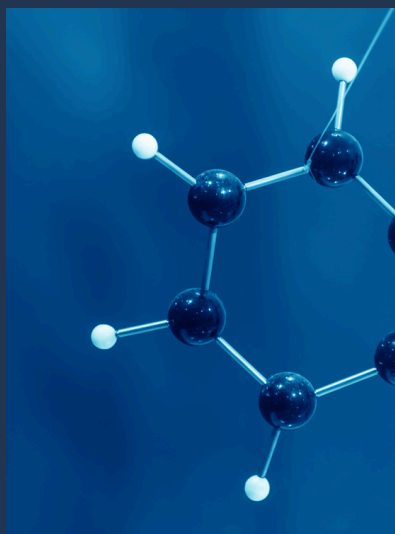




L'ESSENTIEL DES PROTÉINES

*Comprendre les
protéines, leur impact
et les besoins réels*

Par FytnessBreak

PRÉFACE

Il est essentiel de clarifier que le contenu de cet ebook ne remplace pas un avis médical.

Ce document est conçu dans l'intention de fournir des conseils et des informations à des fins exclusivement préventives et éducatives.

Nous soulignons qu'il est important de consulter un professionnel de santé qualifié pour discuter de toute question de santé ou de condition médicale particulière.

L'adoption des compléments alimentaires mentionnés dans cet ebook doit résulter d'une décision informée et volontaire.

Notre intention n'est pas d'en imposer leur utilisation mais de souligner l'importance pour chaque individu de comprendre les effets physiologiques des compléments alimentaires possibles sur la santé.

Nous tenons à préciser que nous ne sommes pas des professionnels de santé.

Malgré notre engagement à fournir des informations fondées sur des recherches rigoureuses, la consultation d'un professionnel de la santé s'avère indispensable pour obtenir un accompagnement adapté à votre situation personnelle.

La consultation d'un professionnel de santé qualifié est cruciale en cas de problèmes de santé, étant donné que ces derniers peuvent avoir diverses origines.

Un diagnostic médical précis est indispensable pour déterminer les approches thérapeutiques les plus appropriées.

Nous insistons sur le fait que l'usage de compléments alimentaires ne doit en aucun cas se substituer à un traitement médical prescrit.

Ils peuvent servir de complément à une alimentation équilibrée et à un mode de vie sain, à condition que cela soit fait sous la guidance d'un professionnel de santé.

Nous encourageons fortement la consultation d'un professionnel de la santé pour toute inquiétude médicale et recommandons une utilisation responsable des compléments alimentaires évoqués, en tenant compte de leurs effets potentiels sur votre santé.

INTRODUCTION

Cet e-book est consacré aux PROTÉINES et à leur rôle au sein de notre physiologie.

Notre objectif est de simplifier les informations pour les rendre accessibles à tous, sans avoir de connaissances particulières.

Dans ce monde complexe, nous voulons démystifier les idées reçues et éviter les stéréotypes courants, en offrant des explications claires et concises, sans jargon technique.

Comprendre le rôle des protéines est indispensable pour aborder les problèmes physiologiques.

Notre but ultime est de travailler sur ces problèmes pour retrouver une santé optimale.

Cet apprentissage ne se limite pas à la théorie, il vise aussi la compréhension pratique des mécanismes, pour adopter de bonnes habitudes alimentaires et des mesures préventives.

Dans les pages suivantes, vous trouverez des explications claires sur les quantités de protéines à adopter en fonction de votre cas de santé.

Nous espérons que cet e-book vous guidera pour adopter une consommation de protéines adaptée à vos besoins.

BONNE LECTURE !

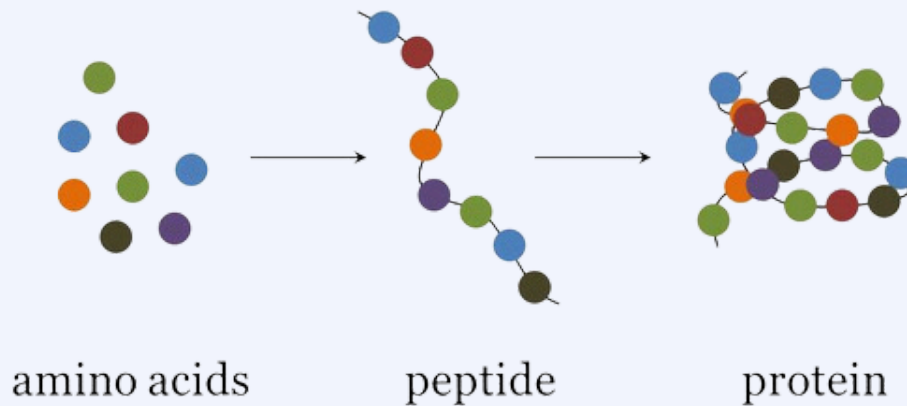
SOMMAIRE

- ***QU'EST-CE QUE LA PROTÉINE ?***
- ***RECOMMANDATION JOURNALIÈRE***
- ***PROTÉINES ET VÉGÉTALISME !***
- ***CONSOMMER LA PROTÉINE C'EST BIEN, CONSOMMER DE BONNES PROTÉINES C'EST MIEUX***
- ***QUANTITÉ JOURNALIÈRE OPTIMALE PAR PROFIL DE SANTÉ***
- ***TIMING DES PROTÉINES ?***
- ***GLUTAMINE LE COMPLÉMENT INCOMPRIS !***
- ***LA PROTÉINE ABÎME TES REINS ?***
- ***COMPRENDRE LES PROTÉINES EN POUDRE***
- ***ÉTUDES***
- ***LEXIQUE***

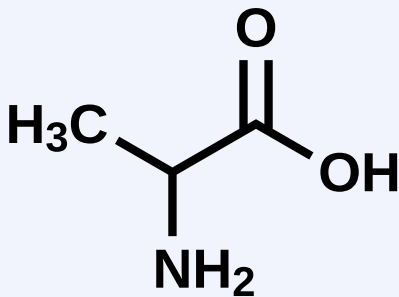


QU'EST-CE QUE SONT LES PROTÉINES ?

Les protéines sont des *polypeptides**.



C'est-à-dire des *polymères** d'acides aminés (AA)
liés par des *liaisons peptidiques**.



Il existe 21 acides aminés

9 sont essentiels

Ce qui signifie que le corps ne peut pas les synthétiser et qu'ils doivent être obtenus à partir de notre alimentation.



Les protéines contiennent des acides aminés essentiels, qui sont servent de blocs de construction pour chaque molécule de protéine.

Les protéines sont un nutriment essentiel, ce qui signifie que nous ne pouvons pas survivre longtemps sans les consommer

Voici un tableau regroupant les 21 acides aminés

ESSENTIELS	PRÉCUSEURS ESSENTIELS	NON ESSENTIELS	SEMI-ESSENTIELS
HISTIDINE		ALANINE	ARGININE
ISOLEUCINE		ASPARTATE / ACIDE ASPARTIQUE	ASPARAGINE
LEUCINE		GLUTAMATE	GLUTAMINE
LYSINE			GLYCINE
METHIONINE	CYSTEINE		PROLINE
PHENYLALANINE	TYROSINE		SERINE
THREONINE			
TRYPTOPHANE			
VALINE			

Il existe des exceptions ! 

La pyrrolysine et la sélénocystéine sont spécifiques à certaines protéines :

- la pyrrolysine ne se rencontre que chez certaines **archées méthanogènes***.
- la sélénocystéine est présente également chez les **eucaryotes*** et dans quelques dizaines d'enzymes de la famille des **oxydoréductases***.



MAIS ÉGALEMENT..

Des acides aminés qui ne sont pas protéinogènes !



La citrulline, l'ornithine & la taurine

Une chaîne polypeptidique peut contenir de 50 à 1 000 acides aminés, et les variétés de protéines sont quasi infinies !

Notre corps possède entre 30 000 et 40 000 protéines et polypeptides différents.

Chacun a une séquence unique et spécifique d'acides aminés !

LES ACIDES AMINÉS PEUVENT ÊTRE CLASSÉS EN FONCTION DE LA NATURE CHIMIQUE DE LA CHAÎNE LATÉRALE, QU'ELLE SOIT **HYDROPHOBE* OU **HYDROPHILE*** :**

PETITS ACIDES AMINÉS HYDROPHOBES	GRANDS ACIDES AMINÉS HYDROPHOBES	ACIDES AMINÉS AROMATIQUES	ACIDES AMINÉS NEUTRES HYDROPHILES	ACIDES AMINÉS ACIDES	AMIDES* DES ACIDES AMINÉS	ACIDES AMINÉS BASIQUES
GLYCINE	MÉTHIONINE	PHÉNYLALANINE	SÉRINE	ACIDES GLUTAMIQUE	GLUTAMINE	LYSINE
ALANINE	LEUCINE	TYROSINE	THRÉONINE	ACIDE ASPARTIQUE	ASPARAGINE	ARGININE
PROLINE	ISOLEUCINE	TRYPTOPHANE	CYSTÉINE			HISTIDINE
	VALINE		SÉLÉNOCYSTÉINE			

L'IMPORTANCE DES PROTÉINES

Les protéines sont importantes pour la synthèse des enzymes :



Maltase

Protéase

Amylase

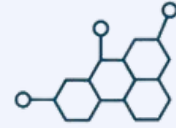
Lactase

Dopamine bêta-hydroxylase

Phenylalanine hydroxylase

(LISTE NON EXHAUSTIVE)

Elles sont aussi indispensables pour créer :



Hormones



Anti-corps



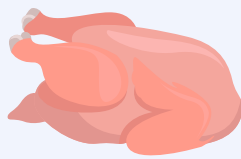
Masse osseuse

(LISTE NON EXHAUSTIVE)

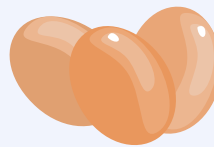
Les protéines sont présentes dans presque tous les aliments du quotidien !



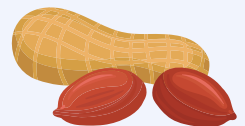
LA VIANDE



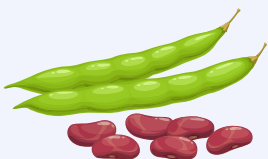
LA VOLAILLE



LES OEUFS



OLÉAGINEUX



LÉGUMINEUSES



**LES PRODUITS
LAITIERS**



**LES ALIMENTS
COMPLETS**

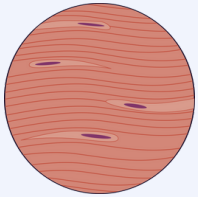


GRAINES, PLANTES..

(LISTE NON EXHAUSTIVE)

LES RÔLES CRUCIAUX DES PROTÉINES

STRUCTURE ET SUPPORT



LE COLLAGÈNE EST UNE COMPOSANTE CRUCIALE DU TISSU CONJONCTIF, ASSURANT LA STRUCTURE ET LA RÉSISTANCE DES TISSUS TELS QUE LA PEAU, LE CARTILAGE ET LES OS.

LA KÉRATINE, QUANT À ELLE, EST UNE PROTÉINE STRUCTURELLE PRÉSENTE DANS LES CHEVEUX, LES ONGLES ET LA PEAU, CONTRIBUANT À LEUR SOLIDITÉ ET À LEUR INTÉGRITÉ.

CES DEUX PROTÉINES JOUENT UN RÔLE FONDAMENTAL EN FOURNISSANT UNE STRUCTURE ROBUSTE AUX CELLULES ET AUX TISSUS.

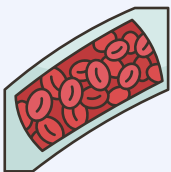
FONCTION ENZYMATIQUE



LES ENZYMES, DES PROTÉINES CATALYTIQUES, JOUENT UN RÔLE MAJEUR EN ACCÉLÉRANT LA PLUPART DES RÉACTIONS CHIMIQUES DANS LES ORGANISMES.

ELLES SONT ESSENTIELLES POUR TOUTES LES FONCTIONS MÉTABOLIQUES, DE LA DIGESTION DES ALIMENTS À LA SYNTHÈSE DE L'ADN ...

TRANSPORT ET STOCKAGE



CERTAINES PROTÉINES JOUENT UN RÔLE DANS LE TRANSPORT DE MOLÉCULES IMPORTANTES D'UN ENDROIT À UN AUTRE DE L'ORGANISME. PAR EXEMPLE, L'HÉMOGLOBINE EST UNE PROTÉINE QUI ASSURE LE TRANSPORT DE L'OXYGÈNE DES POUMONS VERS LES AUTRES PARTIES DU CORPS.

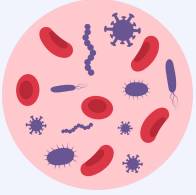
SIGNALISATION CELLULAIRE & RÉGULATION



LES PROTÉINES, NOTAMMENT LES HORMONES ET LES RÉCEPTEURS DE MEMBRANE, JOUENT UN RÔLE CRUCIAL DANS LA TRANSMISSION ET LA RÉCEPTION DES SIGNAUX ENTRE LES CELLULES, RÉGULANT AINSI DIVERS PROCESSUS BIOLOGIQUES.

LES RÔLES CRUCIAUX DES PROTÉINES - 2

SYSTEME IMMUNITAIRE



LES ANTICORPS, DES PROTÉINES ESSENTIELLES, CONTRIBUENT À LA DÉFENSE DE L'ORGANISME CONTRE LES INFECTIONS.

ILS SE LIENT AUX ANTIGÈNES ÉTRANGERS, TELS QUE LES BACTÉRIES ET LES VIRUS, ET LES NEUTRALISENT, JOUANT AINSI UN RÔLE CRUCIAL DANS LA RÉPONSE IMMUNITAIRE.

MOUVEMENT



LES PROTÉINES TELLES QUE L'ACTINE ET LA MYOSINE JOUENT UN RÔLE CRUCIAL DANS LE MOUVEMENT DES CELLULES ET DES ORGANISMES.

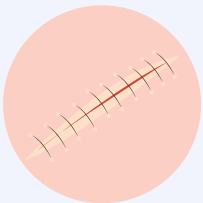
ELLES PERMETTENT AUX MUSCLES DE SE CONTRACTER ET DE S'ÉTIRER, FACILITANT AINSI LES MOUVEMENTS PHYSIQUES.

RÉGULATION DES GÈNES



CERTAINES PROTÉINES AGISSENT EN TANT QUE FACTEURS DE TRANSCRIPTION, RÉGULANT L'EXPRESSION DES GÈNES ET DÉTERMINANT AINSI QUELS GÈNES SONT ACTIVÉS OU DÉSACTIVÉS DANS UN PROCESSUS CELLULAIRE.

RÉPARATION DE TISSUS

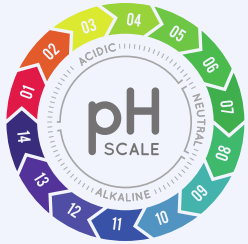


LES PROTÉINES JOUENT UN RÔLE ESSENTIEL DANS LE PROCESSUS DE GUÉRISON ET LA RÉPARATION DES TISSUS, TELS QUE LES MUSCLES, LA PEAU ET LES OS.

PAR EXEMPLE, LORSQU'UNE BLESSURE SURVIENT, LE CORPS MOBILISE DES PROTÉINES POUR RÉPARER LES DOMMAGES ET FAVORISER LA RÉGÉNÉRATION TISSULAIRE.

LES RÔLES CRUCIAUX DES PROTÉINES - 3

ÉQUILIBRE ACIDO-BASIQUE



LES PROTÉINES CONTRIBUENT AU MAINTIEN DU PH DU CORPS, UNE CONDITION VITALE POUR LE BON FONCTIONNEMENT DE LA PLUPART DES ENZYMES ET DES PROCESSUS BIOCHIMIQUES.

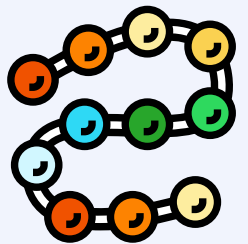
SOURCE D'ÉNERGIE



LE CORPS UTILISE PRINCIPALEMENT LES GLUCIDES ET LES LIPIDES COMME SOURCES D'ÉNERGIE.

CEPENDANT, LES PROTÉINES PEUVENT ÉGALEMENT ÊTRE MOBILISÉES À DES FINS ÉNERGÉTIQUES, NOTAMMENT EN CAS DE CARENCE ÉNERGÉTIQUE.

CLIVAGE & MODIFICATION POST-TRADUCTIONNELLE



SUITE À LA SYNTHÈSE DES PROTÉINES, CERTAINES ENZYMES PROTÉIQUES MODIFIENT LES PROTÉINES NOUVELLEMENT SYNTHÉTISÉES EN LES CLIVANT À DES POINTS SPÉCIFIQUES OU EN AJOUTANT DES GROUPES FONCTIONNELS.

CES MODIFICATIONS PEUVENT AVOIR DES IMPACTS SIGNIFICATIFS SUR L'ACTIVITÉ ET LA FONCTION DES PROTÉINES.

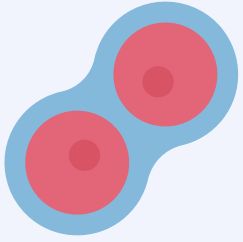
COAGULATION SANGUINE



DIVERSES PROTÉINES, TELLES QUE LE FIBRINOGENÈ ET LA PROTHROMBINE, EXERCENT UN RÔLE CRUCIAL DANS LE PROCESSUS DE COAGULATION SANGUINE.

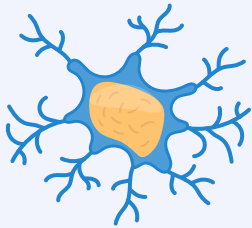
LES RÔLES CRUCIAUX DES PROTÉINES - 4

RÉGULATION DIVISION CELLULAIRE



DES PROTÉINES SPÉCIFIQUES RÉGULENT LE CYCLE CELLULAIRE AFIN DE GARANTIR QUE LA DIVISION CELLULAIRE SE DÉROULE DE MANIÈRE CONTRÔLÉE ET ORGANISÉE.

CONDUITE IMPULSIONS NERVEUSES



CERTAINES PROTÉINES SPÉCIFIQUES AGISSENT EN TANT QUE CANAUX IONIQUES ET POMPES, FACILITANT LE PASSAGE DES IONS À TRAVERS LA MEMBRANE CELLULAIRE.

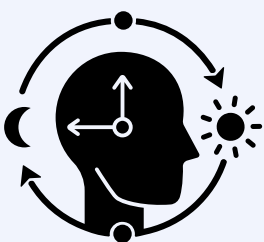
CE PROCESSUS EST ESSENTIEL POUR LA TRANSMISSION DES SIGNAUX NERVEUX.

TRANSDUCTION DE SIGNAL



UN GRAND NOMBRE DE PROTÉINES PARTICIPENT AUX CASCADES DE SIGNALISATION, OÙ UN SIGNAL EXTERNE EST AMPLIFIÉ ET CONVERTI EN UNE RÉPONSE CELLULAIRE.

CONTRÔLE CYCLE CIRCADIEN



LES PROTÉINES JOUENT UN RÔLE ESSENTIEL DANS LA RÉGULATION DE L'HORLOGE ET DE LA PÉRIODE CIRCADIENNE.

ELLES OCCUPENT ÉGALEMENT UNE POSITION CENTRALE DANS LE MAINTIEN DES RYTHMES CIRCADIENS, RÉGULANT AINSI LES CYCLES VEILLE-SOMMEIL ET D'AUTRES PROCESSUS BIOLOGIQUES.

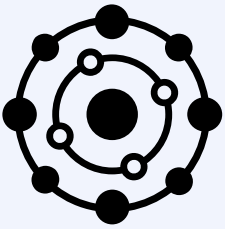
LES RÔLES CRUCIAUX DES PROTÉINES - 5

RÉGULATION CROISSANCE & DÉVELOPPEMENT



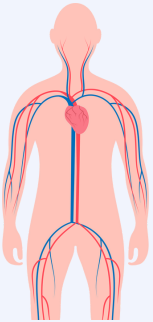
LES PROTÉINES, COMME LES FACTEURS DE CROISSANCE ET LES HORMONES PROTÉIQUES, JOUENT UN RÔLE CENTRAL DANS LA RÉGULATION DE LA CROISSANCE ET DU DÉVELOPPEMENT DES ORGANISMES.

PROTECTION CONTRE DOMMAGES OXYDATIFS



LES PROTÉINES TELLES QUE LA SUPEROXYDE DISMUTASE ET LE GLUTATHION PEROXYDASE JOUENT UN RÔLE ESSENTIEL EN CONTRIBUANT À LA PROTECTION DES CELLULES CONTRE LES DOMMAGES PROVOQUÉS PAR LES RADICAUX LIBRES.

MAINTIEN DE L'OSMOLARITÉ



LES PROTÉINES CONTRIBUENT AU MAINTIEN DE LA PRESSION OSMOTIQUE APPROPRIÉE À L'INTÉRIEUR ET À L'EXTÉRIEUR DES CELLULES, UN ÉLÉMENT CRUCIAL POUR ASSURER L'HOMÉOSTASIE.

PRÉVENTION DE LA DÉSHYDRATATION



LA KÉRATINE, UNE PROTÉINE PRÉSENTE DANS LA PEAU, PARTICIPE À PRÉVENIR LA PERTE EXCESSIVE D'EAU DE L'ORGANISME.

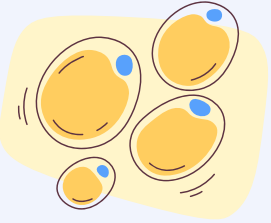
RÉGULATION THERMIQUE



DES PROTÉINES TELLES QUE LES PROTÉINES DE CHOC THERMIQUE (HEAT SHOCK PROTEIN - HSP) JOUENT UN RÔLE CRUCIAL EN PERMETTANT AUX CELLULES DE RÉPONDRE ET DE S'ADAPTER AUX VARIATIONS DE TEMPÉRATURE.

LES RÔLES CRUCIAUX DES PROTÉINES - 6

MÉCANISMES ADHÉRENCE CELLULAIRE



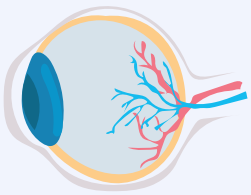
LES PROTÉINES D'ADHÉRENCE CELLULAIRE, NOTAMMENT LES CADHÉRINES ET LES INTÉGRINES, REVÊTENT UNE IMPORTANCE CRUCIALE DANS L'INTERACTION ET LA COMMUNICATION ENTRE LES CELLULES.

VIEILLISSEMENT CELLULAIRE



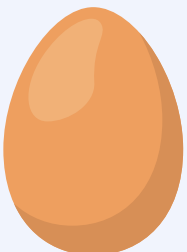
CERTAINES PROTÉINES SONT IMPLIQUÉES DANS LE PROCESSUS DE VIEILLISSEMENT, COMME LES TÉLOMÉRASES QUI INFLUENT SUR LA DURÉE DE VIE DES CELLULES.

RÔLE OPTIQUE



LA RHODOPSINE, UNE PROTÉINE PRÉSENTE DANS LES CELLULES DE LA RÉTINE, JOUE UN RÔLE ESSENTIEL DANS LA PERCEPTION DE LA LUMIÈRE ET, PAR CONSÉQUENT, DANS LA FONCTION VISUELLE.

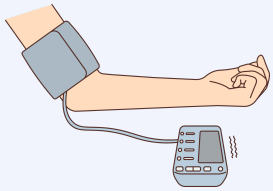
FONCTION DE RÉSERVE



CERTAINES PROTÉINES, TELLES QUE LA CASÉINE DANS LE LAIT OU L'OVALBUMINE DANS LES ŒUFS, CONSTITUENT UNE SOURCE NUTRITIONNELLE ESSENTIELLE POUR LE DÉVELOPPEMENT DES JEUNES ORGANISMES.

LES RÔLES CRUCIAUX DES PROTÉINES - 7

CONTRÔLE PRESSION ARTÉRIELLE



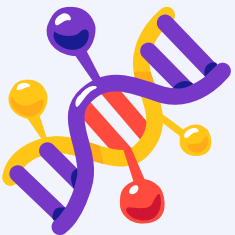
CERTAINES PROTÉINES, TELLES QUE L'ANGIOTENSINE II, OCCUPENT UN RÔLE CRUCIAL DANS LA RÉGULATION DE LA PRESSION ARTÉRIELLE.

DÉVELOPPEMENT EMBRYONNAIRE



DES PROTÉINES COMME LES MORPHOGÈNES JOUENT UN RÔLE ESSENTIEL DANS LE DÉVELOPPEMENT CORRECT D'UN ORGANISME DÈS LES PREMIERS STADES DE L'EMBRYOGENÈSE.

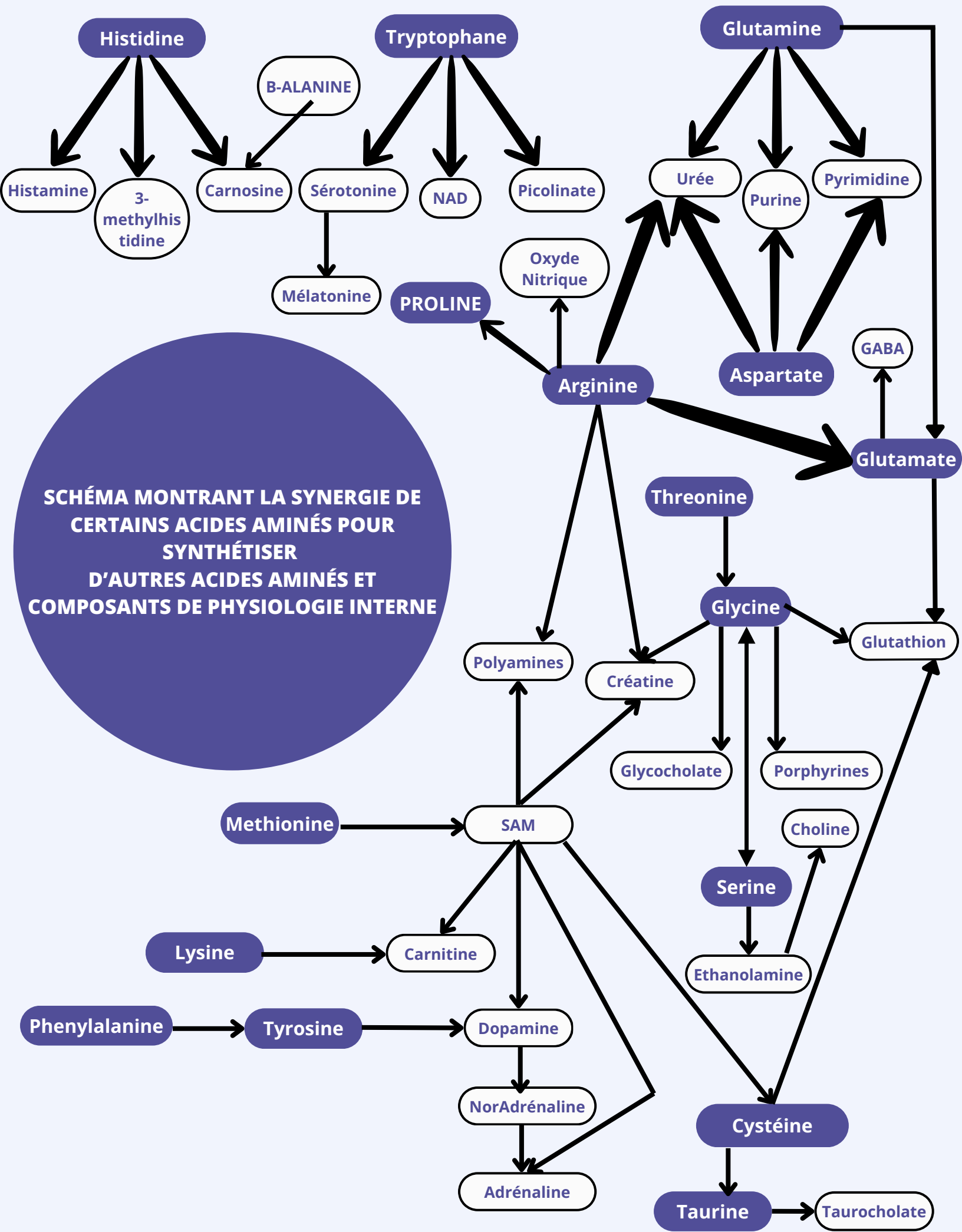
RÔLE DANS L'ÉPIGÉNÉTIQUE



LES PROTÉINES LIÉES À L'ADN, TELLES QUE LES HISTONES, EXERCENT UN RÔLE CRUCIAL EN ÉPIGÉNÉTIQUE EN RÉGULANT L'ACCESSIBILITÉ DES GÈNES ET, PAR CONSÉQUENT, LEUR EXPRESSION.



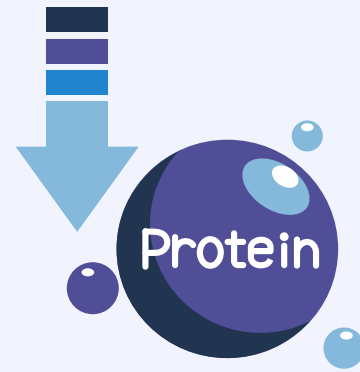
LA LISTE CITÉE CI-DESSUS EST BIEN ENTENDU NON EXHAUSTIVE CAR LE RÔLE DES PROTÉINES EST TRÈS LARGE.





**Carences en acide aminés
essentiels (AAE)**

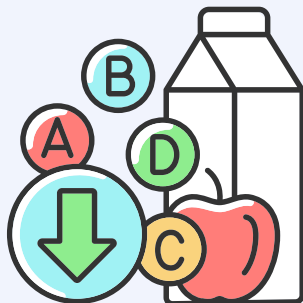
=



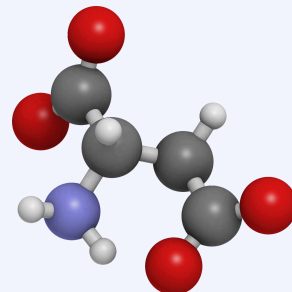
**Réduction
Synthèse Protéines**

**Il est donc important de varier les apports en protéines pour
couvrir nos besoins et diminuer les risques de santé (1).**

1- Lopez MJ, Mohiuddin SS. Biochemistry, Essential Amino Acids. [Updated 2023 Mar 13]. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2023 Jan-. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK557845/>



MICRONUTRIMENTS



AAE



**Les carences en acides aminés essentiels (AAE) et en
micronutriments tels que la vitamine A, la vitamine B9, le zinc
et le fer posent un problème nutritionnel significatif,
particulièrement dans les pays défavorisés en raison d'un accès
limité à des quantités adéquates de protéines(2).**

2 - Yongqing Hou and Guoyao Wu, "Nutritionally Essential Amino Acids," *Advances in Nutrition* 9, no. 6 (September 15, 2018): 849–51,

3- Jose Antonio et al., "The Effects of Consuming a High Protein Diet (4.4 g/kg/d) on Body Composition in Resistance-Trained Individuals," Journal of the International Society of Sports Nutrition 11 (May 12, 2014),



UNE CONSOMMATION EN PROTÉINES ÉLEVÉE OFFRE DE NOMBREUX AVANTAGES SUR LE PLAN MÉTABOLIQUE.

CEPENDANT, IL EST TRÈS DIFFICILE DE PRENDRE DU GRAS CORPOREL EN CONSOMMANT UNE QUANTITÉ TRÈS IMPORTANTE DE PROTÉINES, COMME LE SOULIGNENT CES ÉTUDES.

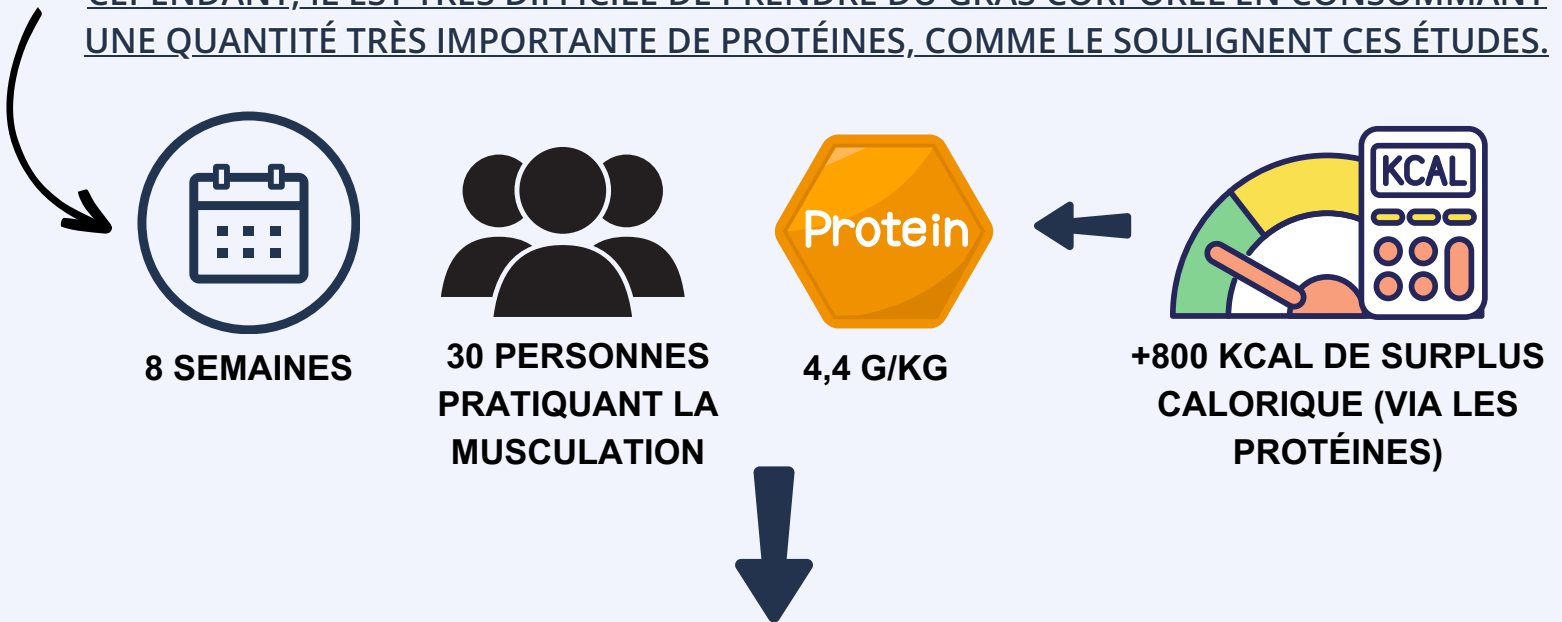


Table 2 Body composition

	Control			HP		
	Pre	Post	Change	Pre	Post	Change
BW (kg)	76.4 ± 9.9	77.2 ± 9.9	0.8 ± 1.6	71.8 ± 12.2	73.5 ± 12.5	1.7 ± 1.9
FFM (kg)	65.2 ± 11.7	66.5 ± 11.7	1.3 ± 2.0	59.5 ± 10.9	61.4 ± 11.6	1.9 ± 2.4
FM (kg)	11.2 ± 4.7	11.4 ± 5.0	0.3 ± 4.7	12.3 ± 7.0	12.0 ± 6.2	-0.2 ± 2.2
% BF	15.1 ± 6.9	14.2 ± 6.9	-0.9 ± 1.7	16.9 ± 8.3	16.3 ± 7.5	-0.6 ± 2.6

Data are mean ± SD. There were no significant differences for any of the variables. BW body weight, FFM fat free mass, FM fat mass, % BF percentage body fat, HP high protein.



AUCUN CHANGEMENT SIGNIFICATIF DANS LE POIDS CORPOREL, LA MASSE GRASSE, LA MASSE MAIGRE OU LE POURCENTAGE DE GRAISSE CORPORELLE. CELA SUGGÈRE QU'IL EST TRÈS DIFFICILE DE PRENDRE DE LA MASSE GRASSE UNIQUEMENT EN CONSOMMANT TROP DE PROTÉINES. (3)

À NE PAS OUBLIER !

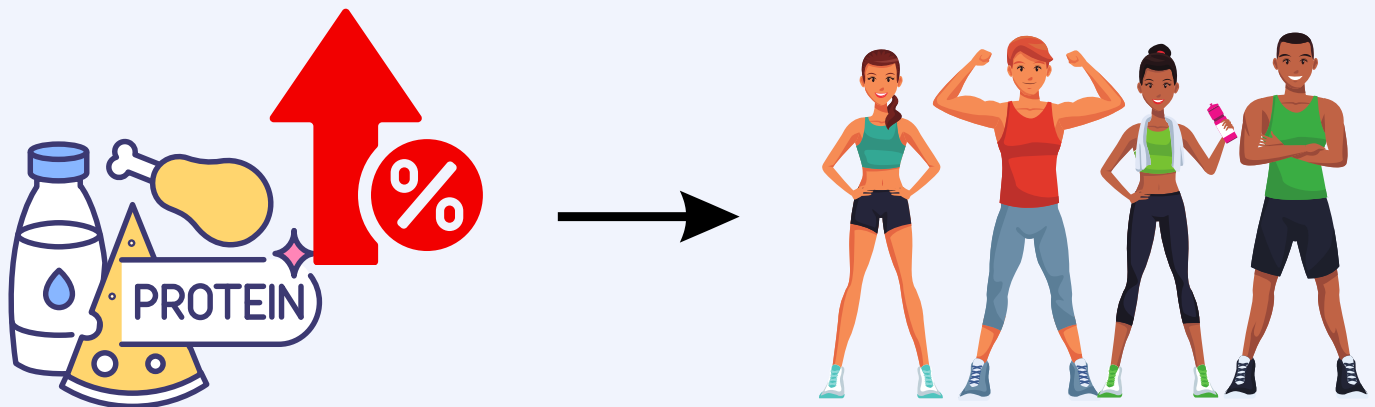
Ils sont montés à 4,4 g/kg de protéines et aucun changement dans la masse maigre n'a été remarqué sur les sujets de l'étude.

Cela montre bien que monter à des taux de protéines faramineux n'a aucun sens, sauf dans des cas cliniques très particuliers !

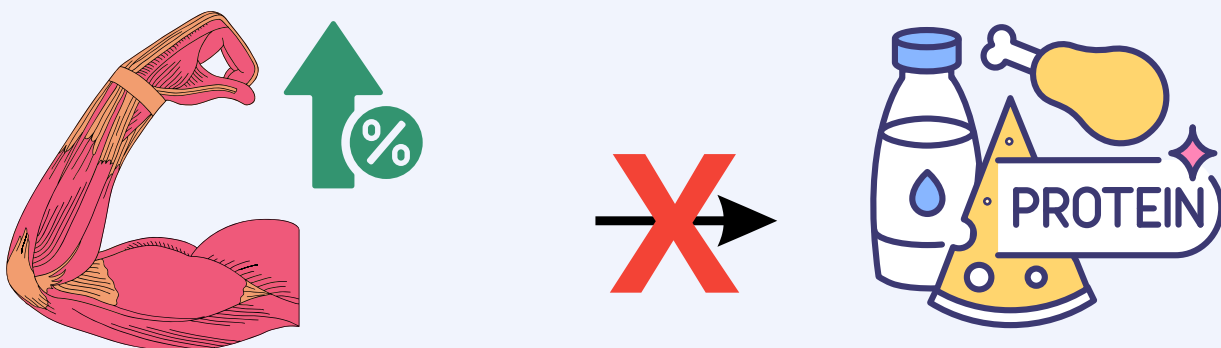
IL FAUT COMPRENDRE UNE BONNE FOIS POUR TOUTES QUE **LA PRISE DE MUSCLE NE DÉPEND PAS UNIQUEMENT D'UN TAUX DE PROTÉINES ÉLEVÉ.**

C'EST UNE ÉQUATION QUI REGROUPE PLUSIEURS VARIABLES.

Les régimes hyperprotéinés sont fréquemment observés chez les adeptes du fitness, tant en compétition qu'en dehors.



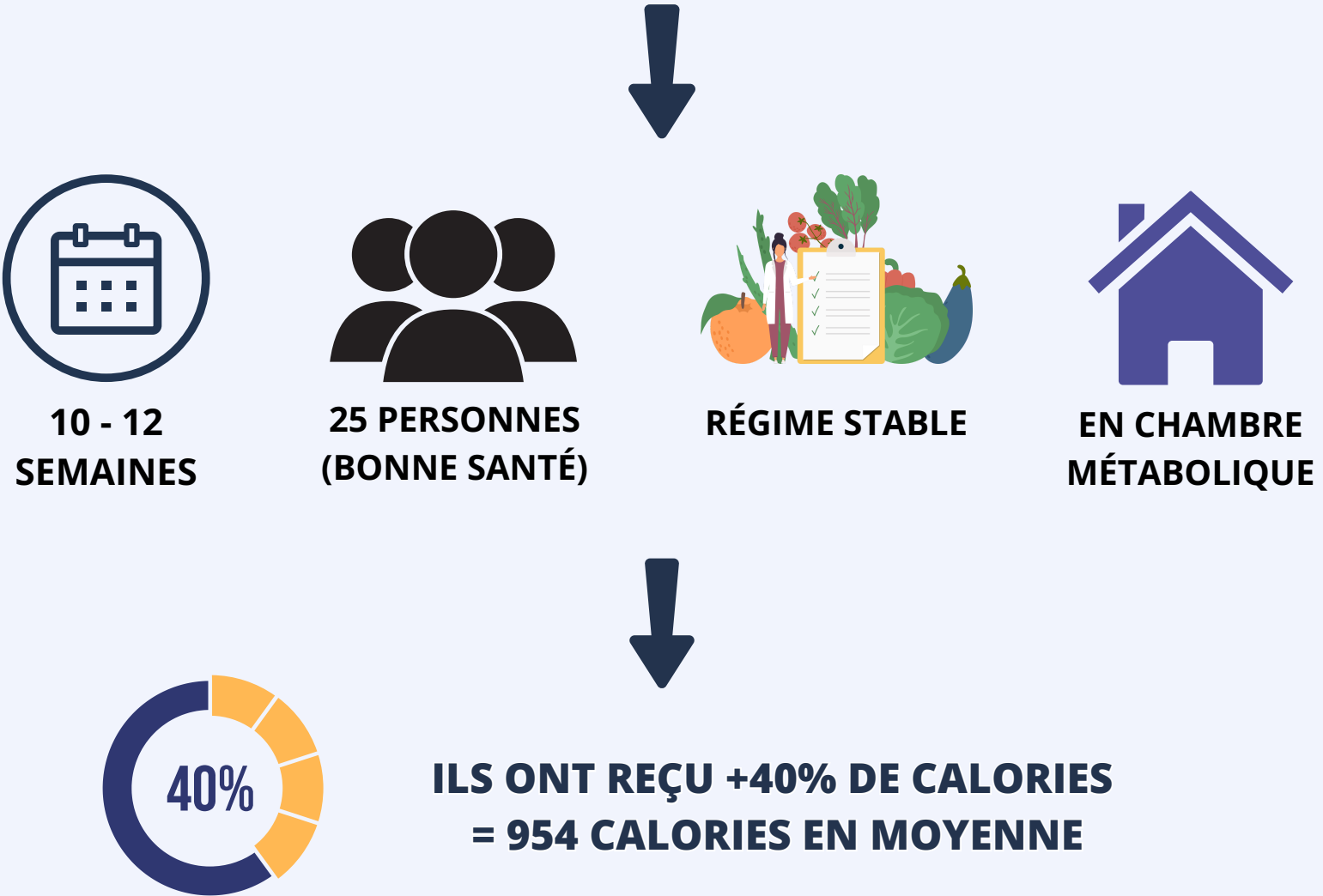
Il est essentiel de comprendre définitivement que la construction musculaire ne se résume pas à un simple apport en protéines.



IL S'AGIT PLUTÔT D'UNE ÉQUATION COMPLEXE REGROUPANT PLUSIEURS VARIABLES.

CE SONT CES VARIABLES QUI INFLUENT SUR LES PROGRÈS MUSCULAIRES D'UNE PERSONNE.

4- George A. Bray et al., “Effect of Dietary Protein Content on Weight Gain, Energy Expenditure, and Body Composition During Overeating: A Randomized Controlled Trial,” *Journal of the American Medical Association* 307 (January 4, 2012): 47–55,



GROUPES 1 (5% EXCÉDENT CALORIQUE EN PROTÉINES)	GROUPES 2 (15% EXCÉDENT CALORIQUE EN PROTÉINES)	GROUPES 3 (25% EXCÉDENT CALORIQUE EN PROTÉINES)
GAIN ÉQUIVALENT DE MASSE GRASSE		
AUCUN GAINS DE MASSE CORPORELLE MAIGRE	+ 2,87KG DE MASSE CORPORELLE MAIGRE	+ 3,18KG DE MASSE CORPORELLE MAIGRE
AUCUNE AUGMENTATION DÉPENSE ÉNERGÉTIQUES	+160 CALORIES DE DÉPENSE ÉNERGÉTIQUES	+227 CALORIES DE DÉPENSE ÉNERGÉTIQUES

RECOMMANDATION JOURNALIÈRE



AVANT DE PARLER DE CHIFFRES, IL EST ESSENTIEL DE COMPRENDRE POURQUOI IL EN FAUT AUTANT !

1

LA DÉGRADATION CONTINUE DES PROTÉINES TISSULAIRES CRÉE UN BESOIN EN PROTÉINES ALIMENTAIRES.

2

BIEN QUE CERTAINS ACIDES AMINÉS PROVENANT DE LA DÉGRADATION DES PROTÉINES TISSULAIRES PUISSENT ÊTRE RÉUTILISÉS, LA PLUPART SONT MÉTABOLISÉS EN **SQUELETTES CARBONÉS**. ILS SONT UTILISÉS COMME SOURCES DE CARBURANT OU POUR LA GLUCONÉOGENÈSE, GÉNÉRANT ÉGALEMENT DE L'URÉE EXCRÉTÉE.

3

CELA SIGNIFIE QU'IL EST NÉCESSAIRE DE CONSOMMER DES PROTÉINES ALIMENTAIRES POUR REMPLACER LES PERTES MÉTABOLIQUES, MÊME CHEZ UNE PERSONNE QUI « N'EST PLUS DANS UNE PHASE DE CROISSANCE ».

4

DE PLUS, CERTAINES PROTÉINES UTILISÉES PAR LE CORPS SERONT PERDUES, PAS COMPLÈTEMENT DIGÉRÉES ET NON RÉABSORBÉES DANS LE TRACTUS GASTRO-INTESTINAL, LES MUCUS, LES ENZYMES, LES CELLULES CUTANÉES, LA CROISSANCE DES CHEVEUX, ETC.

5

LES ESTIMATIONS ACTUELLES DES BESOINS EN PROTÉINES SONT BASÉES SUR DES ÉTUDES PORTANT SUR LA QUANTITÉ REQUISE POUR MAINTENIR L'ÉQUILIBRE AZOTÉ.

6

SI L'APPORT N'EST PAS SUFFISANT POUR REMPLACER LES PROTÉINES QUI ONT ÉTÉ DÉGRADÉES, ALORS IL Y A UN BILAN AZOTÉ NÉGATIF.

IL EST DONC NÉCESSAIRE DE CONSOMMER UNE QUANTITÉ SUFFISANTE DE PROTÉINES AFIN DE MAINTENIR LE BILAN AZOTÉ LE PLUS POSITIF POSSIBLE.

UNE FOIS QUE L'APPORT EST SUFFISANT POUR RÉPONDRE AUX BESOINS, L'ÉQUILIBRE AZOTÉ EST RÉTABLI.

LES ÉTUDES SUR L'ÉQUILIBRE AZOTÉ MONTRENT QUE POUR LES ADULTES, LES BESOINS MOYENS QUOTIDIENS SONT DE 0,66 G DE PROTÉINES PAR KILOGRAMME DE POIDS CORPOREL.

EN TENANT COMPTE DES VARIATIONS INDIVIDUELLES, L'APPORT DE RÉFÉRENCE EST DE 0,83 G/KG DE POIDS CORPOREL, SOIT 58 G PAR JOUR POUR UN ADULTE DE 70 KG.



CECI EST CONSIDÉRÉ COMME ÉTANT LE MINIMA POUR COUVRIR « LE MINIMUM, DU MINIMUM, DU MINIMUM, DU MINIMUM DES BESOINS NÉCESSAIRES ».

CELA N'EN FAIT PAS POUR AUTANT UNE CONSOMMATION « SANTÉ ».

LES APPORTS MOYENS EN PROTÉINES PAR ADULTES DANS LES PAYS DÉVELOPPÉS SONT NETTEMENT SUPÉRIEURS AUX BESOINS, DE L'ORDRE DE 80 À 100 G PAR JOUR.

L'APPORT DE RÉFÉRENCE EN PROTÉINES EST PARFOIS APPELÉ LE NIVEAU D'APPORT SÛR, CE QUI SIGNIFIE QU'IL EST SÛR ET PLUS QUE SUFFISANT POUR RÉPONDRE AUX BESOINS, SANS IMPLIQUER QU'IL Y AIT UN DANGER LIÉ À DES NIVEAUX PLUS ÉLEVÉS D'APPORT.

BIEN QU'IL Y AIT DES PREUVES QUE DES APPORTS EXCESSIVEMENT ÉLEVÉS DE PROTÉINES POURRAIENT ÊTRE ASSOCIÉS À DES MALADIES CHRONIQUES (PAR EXEMPLE DES PROBLÉMATIQUES DIGESTIVES TELLES QUE LA DYSBIOSE DE PUTRÉFACTION...).

LES BESOINS EN PROTÉINES PEUVENT ÉGALEMENT ÊTRE EXPRIMÉS EN PROPORTION DE L'APPORT ÉNERGÉTIQUE.

LE RENDEMENT ÉNERGÉTIQUE DES PROTÉINES EST DE 17 KJ/G, ET L'APPORT DE RÉFÉRENCE EN PROTÉINES REPRÉSENTE DONC ENVIRON 9 % À 10 % DE L'APPORT ÉNERGÉTIQUE.

DANS LES PAYS OCCIDENTAUX, LES PROTÉINES FOURNISSENT ENVIRON 14 % À 15 % DE L'APPORT ÉNERGÉTIQUE.

LA CARENCE EN PROTÉINES CHEZ LES ADULTES EST PEU PROBABLE DANS LA PLUPART DES PAYS, POURVU QU'ILS CONSOMMENT SUFFISAMMENT D'ALIMENTS POUR RÉPONDRE À LEURS BESOINS ÉNERGÉTIQUES.

MÊME DANS LES PAYS OCCIDENTAUX OÙ LA CONSOMMATION DE VIANDE, POISSON ET ŒUFS EST COURANTE, ENVIRON 25 % DE L'APPORT EN PROTÉINES PROVIENT DES CÉRÉALES ET DES PRODUITS CÉRÉALIERS, AVEC UN COMPLÉMENT DE 10 % PROVENANT DES FRUITS ET DES LÉGUMES.

LES ALIMENTS DE BASE TELS QUE LE MANIOC, L'IGNAME ET LE RIZ FOURNISSENT UNE QUANTITÉ INSUFFISANTE DE PROTÉINES, MAIS CE DÉFICIT PEUT ÊTRE COMBLÉ PAR DE PETITES QUANTITÉS D'AUTRES SOURCES DE PROTÉINES, COMME LA VIANDE, LE POISSON, LES LÉGUMINEUSES ET LES NOIX.

CATÉGORIE	PERSONNE EN SANTÉ			SURPOIDS	FEMME ENCEINTE	FEMME ALLAITANTE
OBJECTIF	Maintenance	Prise de muscle	Perte de poids		≥ 1,8	≥ 1,5
ACTIVE	1,4 - 2,0	1,6 - 2,5	1,2 à 1,5			
SEDENTAIRE	1,2 - 1,8					

METRICS EN GRAMME PAR KILOS DE POIDS DE CORPS (G/KG)

GRILLE DE LECTURE

Si vous êtes sédentaire, visez 1,2 à 1,8 g/kg. Gardez à l'esprit que votre composition corporelle est plus susceptible de s'améliorer si vous ajoutez une activité régulière, en particulier l'entraînement en résistance, plutôt que de simplement atteindre un objectif de protéines.

Si vous avez un poids santé, que vous êtes actif et que vous souhaitez maintenir votre poids, visez 1,4 à 2,0 g/kg. Les personnes qui cherchent à maintenir le même poids mais à améliorer leur composition corporelle (plus de muscle, moins de graisse) peuvent bénéficier de la partie supérieure de la fourchette.

Si vous avez un poids santé, que vous êtes actif et que vous souhaitez développer vos muscles, visez 1,6 à 2,4 g/kg (0,73 à 1,10 g/lb). Des apports aussi élevés que 3,3 g/kg peuvent aider les adeptes de l'entraînement à minimiser la prise de graisse lors de la prise de masse.

Si vous avez un poids santé, que vous êtes actif et que vous souhaitez perdre de la graisse, visez 1,6 à 2,4 g/kg en privilégiant la partie supérieure de cette fourchette à mesure que vous devenez plus maigre ou si vous augmentez votre déficit calorique (en mangeant moins ou en faisant plus d'exercice).

Des apports aussi élevés que 3,1 g/kg peuvent favoriser la perte de graisse et minimiser la perte de muscle chez les adeptes de l'entraînement maigres (mais comme nous le verrons par la suite, consommer plus de protéines ne signifie pas nécessairement obtenir plus).

Si vous êtes en surpoids, visez 1,2 à 1,5 g/kg. Cette fourchette, comme toutes les autres de cette liste, est basée sur votre poids corporel total (la plupart des études sur les personnes en surpoids rapportent leurs résultats en fonction du poids corporel total, mais vous trouverez des calculateurs qui déterminent votre apport optimal en protéines en fonction de votre masse maigre ou de votre poids corporel idéal).

Si vous êtes enceinte, visez 1,7 à 1,8 g/kg (0,77 à 0,82 g/lb).

Si vous allaitez, visez au moins 1,5 g/kg (0,68 g/lb).

Si vous êtes végétalien (VEGAN) ou que vous obtenez la plupart de vos protéines à partir de sources végétales, vos besoins en protéines peuvent être plus élevés car les protéines végétales sont généralement inférieures aux protéines animales en termes de composition pour un même aliment.

L'apport en protéines devrait être basé sur le poids corporel plutôt que sur l'apport calorique.

Les recommandations d'apport en protéines sont généralement exprimées en grammes par kilogramme de poids corporel (g/kg).

Cela permet de prendre en compte les besoins individuels en fonction de la taille et de la composition corporelle de chaque personne.

Si vous êtes végétalien (VÉGAN) ou que vous obtenez la plupart de vos protéines à partir de sources végétales, vos besoins en protéines peuvent être plus élevés car les protéines végétales sont habituellement inférieures aux protéines animales en termes de composition pour un même aliment.

Cela assure également que les besoins en protéines sont adéquats, indépendamment de la quantité totale de calories consommées.

La plupart des études recommandent environ 1,5 g de protéines par kilogramme de poids corporel par jour.

Des doses plus élevées, allant jusqu'à 2,2 à 3,3 g/kg peuvent être parfois nécessaires pour les athlètes ou les bodybuilders.

Ces dosages plus élevés sont souvent utilisés dans le contexte de l'entraînement en résistance, car des quantités plus importantes de protéines peuvent être nécessaires pour favoriser la synthèse des protéines musculaires et optimiser les gains de masse musculaire.

Cependant, la plupart des gens n'ont pas besoin de quantités aussi élevées.

Les besoins en protéines varient en fonction du poids, des objectifs, du niveau d'activité physique, du niveau de pratique, du contexte physiologique ...

IL EST CONSEILLÉ DE CONSULTER UN PROFESSIONNEL DE SANTÉ OU UN NUTRITIONNISTE POUR DÉTERMINER VOS BESOINS SPÉCIFIQUES EN PROTÉINES EN FONCTION DE VOTRE SITUATION INDIVIDUELLE.



PROTÉINES ET VÉGÉTALISME !

Étude : 93 à 120 + études citées en gras et soulignées

La hausse postprandiale des concentrations en acides aminés essentiels (EAA) module la synthèse protéique musculaire après l'ingestion de protéines.

La composition en EAA et en acides aminés de la source alimentaire module ou influence la réponse anabolique musculaire suite à l'ingestion de différentes protéines.

Les protéines végétales peuvent avoir des teneurs plus faibles en EAA (leucine, lysine et méthionine...) par rapport aux protéines animales.

Cela peut contribuer à une capacité anabolique inférieure par rapport aux protéines animales.

Acides aminés Sources végétales

(avoine, lupin, blé, chanvre, microalgues, soja, riz brun, pois, maïs, pomme de terre)

Les isolats de protéines végétales avaient des teneurs plus basses en EAA

Avoine - 21%
Lupin - 21%
Blé - 22%

VS

Acides aminés Sources animales

(lait, lactosérum, caséine, œuf, viande rouge, viande blanche, poissons ...)

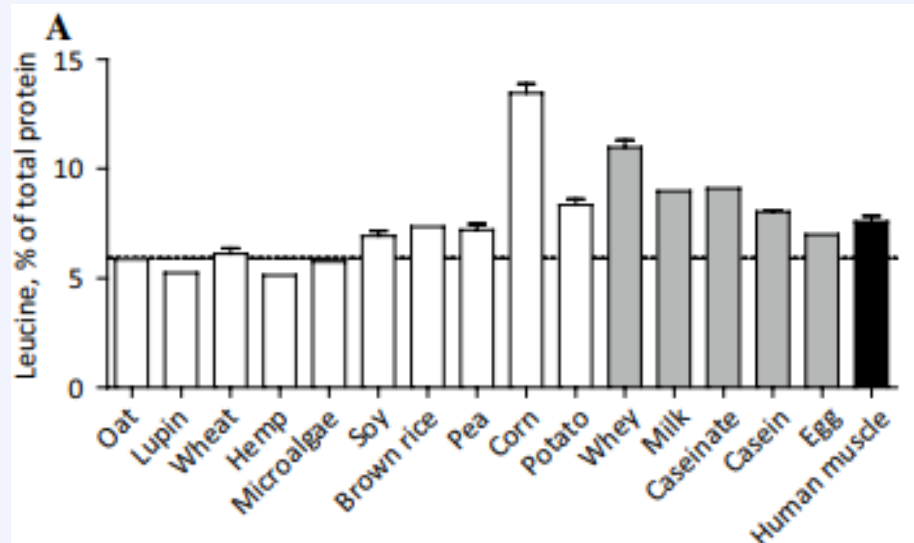
Protéines animales :

Lactosérum - 43%
Lait - 39%
Caséine - 34%
Oeuf - 32%

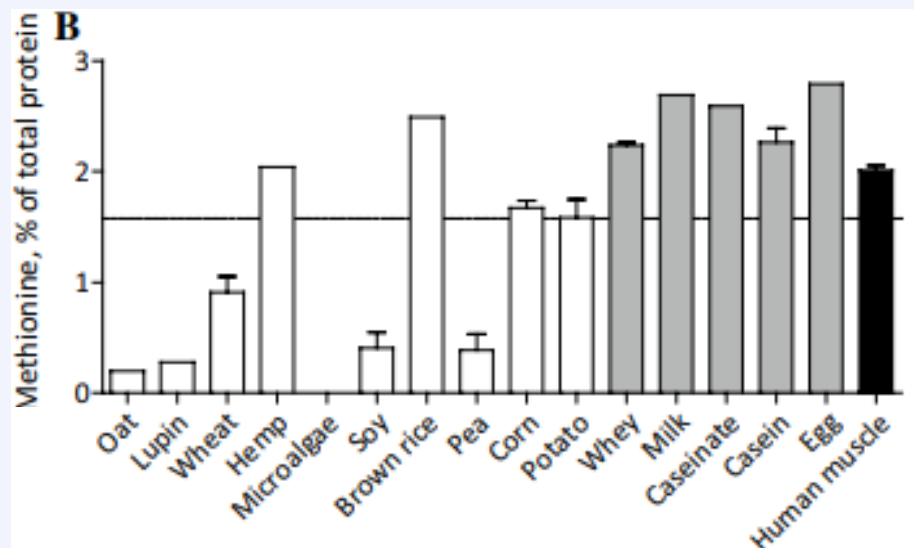
Protéines
musculaires - 38%

LES PROFILS EN ACIDES AMINÉS DIFFÉRAIENT LARGEMENT PARMI LES PROTÉINES À BASE DE PLANTES EN COMPARAISON DES SOURCES DE PROTÉINES ANIMALES.

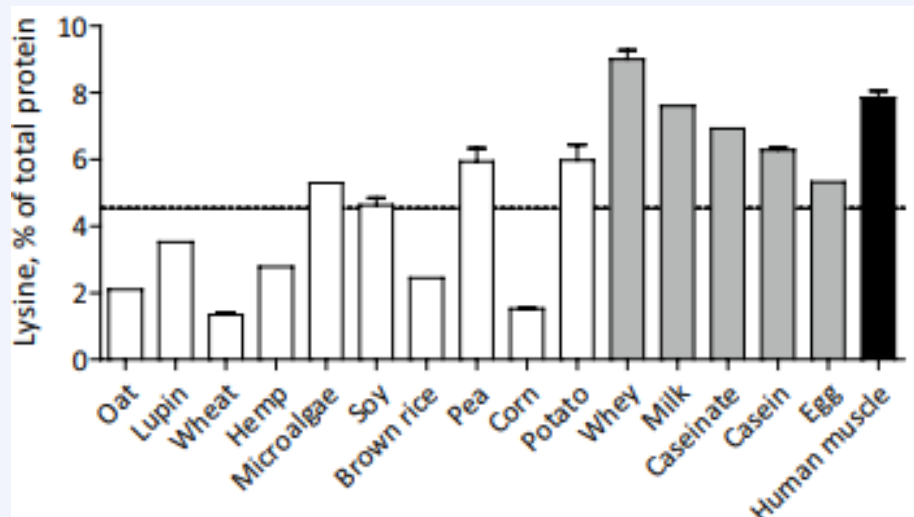
LEUCINE



METHIONINE



LYSINE

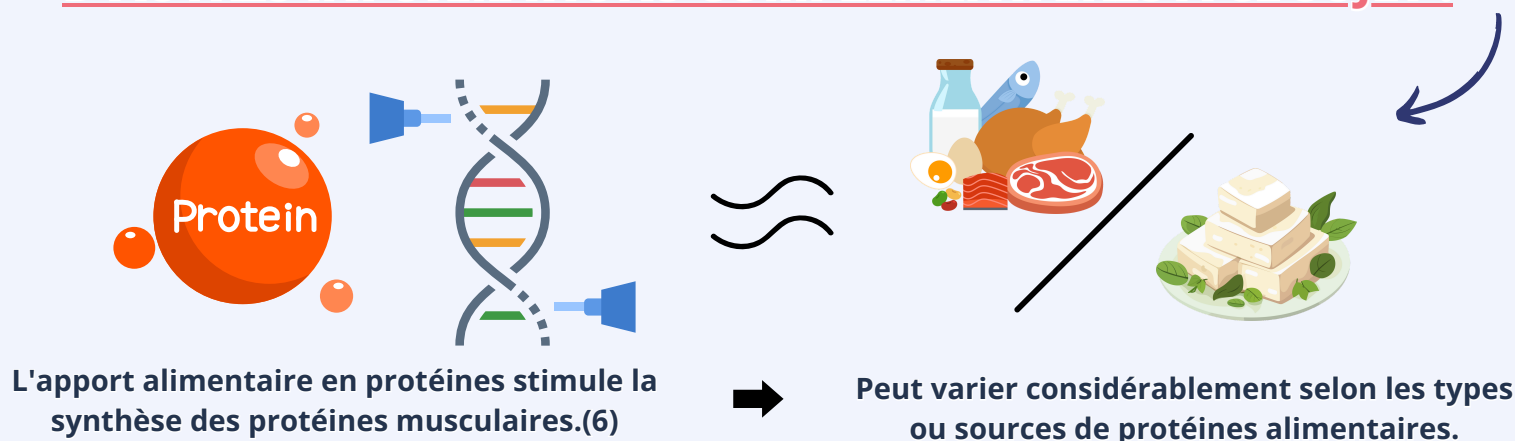


DE MANIÈRE PLUS PRÉCISE, EN TERMES D'ACIDES AMINÉS, NOUS AVONS REMARQUÉ QUE LA **MÉTHIONINE** ET LA **LYSINE** ($1,0 \pm 0,3$ ET $3,6 \pm 0,6\%$) ÉTAIENT SOUVENT PLUS FAIBLES DANS LES SOURCES VÉGÉTALES EN COMPARAISON DES SOURCES ANIMALES ($2,5 \pm 0,1$ ET $7,0 \pm 0,6\%$), ET PAR RAPPORT AUX PROTÉINES MUSCULAIRES ($2,0$ ET $7,8\%$, RESPECTIVEMENT).

EN CONCLUSION, IL EXISTE DE GRANDES DIFFÉRENCES DANS LES TENEURS EN EAA ET LA COMPOSITION EN AA ENTRE DIVERS ISOLATS DE PROTÉINES VÉGÉTALES.

DES COMBINAISONS DE DIVERS ISOLATS DE PROTÉINES À BASE DE PLANTES OU DES MÉLANGES DE PROTÉINES D'ORIGINE ANIMALE ET VÉGÉTALE PEUVENT FOURNIR DES CARACTÉRISTIQUES PROTÉIQUES QUI REFLÈTENT ÉTROITEMENT LES CARACTÉRISTIQUES TYPIQUES DES PROTÉINES D'ORIGINE ANIMALE.

D'AUTRES INFORMATIONS COMPLÉMENTAIRES À CE SUJET :

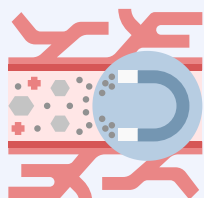


Cette réponse différenciée de synthèse des protéines musculaires dépend principalement de la disponibilité postprandiale des acides aminés essentiels (et en particulier de la leucine) versés dans le muscle.(7)(8)

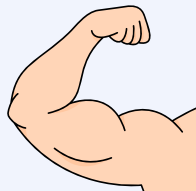
La disponibilité postprandiale des acides aminés essentiels est régulée par plusieurs processus physiologiques.(9)



DIGESTION



ABSORPTION AA



RÉTENTION
ACIDES AMINÉS



TENEUR EN EAA /
COMPOSITION AA



ANTI-
NUTRIMENT

LA RÉPONSE POSTPRANDIALE

DE NOMBREUSES ÉTUDES ONT ÉVALUÉ LA RÉPONSE POSTPRANDIALE DE LA SYNTHÈSE DES PROTÉINES MUSCULAIRES.

À L'INGESTION DE PRODUITS LAITIERS

(Burd et al., 2012 (10) ; Gorissen et al., 2016 (11) ; Pennings et al., 2011, 2012 (12 – 13); Tang et al., 2009 (14) ; Witard et al., 2014 (15); Yang et al., 2012a(16-17).

À L'INGESTION DE VIANDES

(Beals et al., 2016 (18); Burd et al., 2015 (19); Pennings et al., 2013 (20); Symons et al., 2007, 2009, 2011 (21 – 22 – 23); Phillips, 2012 (24); Robinson et al., 2013(25).

LA FORTE AUGMENTATION POSTPRANDIALE DES TAUX DE SYNTHÈSE DES PROTÉINES MUSCULAIRES APRÈS L'INGESTION DE CES PROTÉINES D'ORIGINE ANIMALE EST ASSOCIÉE À L'AUGMENTATION RAPIDE DES CONCENTRATIONS PLASMATIQUES EN ACIDES AMINÉS ESSENTIELS, EN PARTICULIER LA LEUCINE.

EN COMPARAISON

À L'INGESTION DE PROTÉINES VÉGÉTALE (SOJA ICI):

(Phillips, 2012 (24); Tang et al., 2009 (14); Wilkinson et al., 2007 (26); Yang et al., 2012b (16-17).) et le blé (Gorissen et al., 2016(11).

CES DERNIÈRES ONT MONTRÉ UNE MOINDRE AMPLITUDE PAR RAPPORT AUX PROTÉINES D'ORIGINE ANIMALE.

LES PROPRIÉTÉS ANABOLIQUES MOINDRES DES PROTÉINES D'ORIGINE VÉGÉTALE ONT ÉTÉ ATTRIBUÉES À UNE TENEUR RÉDUITE EN ACIDES AMINÉS ESSENTIELS OU À UNE INSUFFISANCE D'ACIDES AMINÉS SPÉCIFIQUES TELS QUE LA LEUCINE, LA LYSINE ET/OU LA MÉTHIONINE.

**(WHO/FAO/UNU Expert Consultation, 2007 (27); van Vliet et al., 2015 (29); Young and Pellett, 1994 (30).*



TOUS LES ACIDES AMINÉS SONT NÉCESSAIRES À LA SYNTHÈSE DES PROTÉINES, ET LE MANQUE D'UN OU PLUSIEURS ACIDES AMINÉS PEUT COMPROMETTRE LA RÉPONSE POSTPRANDIALE DE SYNTHÈSE DES PROTÉINES MUSCULAIRES.

FAIT INTÉRESSANT

Les propriétés anaboliques des protéines d'origine végétale n'ont été étudiées que pour quelques sources de protéines, telles que le soja*, ainsi que sur le riz**, malgré la grande diversité des sources de protéines d'origine végétale***.

CEPENDANT...

L'utilisation d'isolats de protéines d'origine végétale dans les formulations alimentaires est récemment devenue intéressante en raison de leur plus grande durabilité et de leurs coûts de production plus faibles.

CONCLUSION

LE MARCHÉ ACTUEL OFFRE UNE LARGE SÉLECTION DE PROTÉINES D'ORIGINE VÉGÉTALE, MAIS LE MANQUE D'ÉTUDES COMPARANT CES PROTÉINES REND DIFFICILE LA SÉLECTION DES PROTÉINES VÉGÉTALES LES PLUS OPTIMALES.

* *Fouillet et al., 2002, 2009 (31 – 32) ; Hartman et al., 2007 (33) ; Phillips, 2012 (24) ; Tang et al., 2009 (14) ; Wilkinson et al., 2007 (26) ; Yang et al., 2012b (16-17) ; Brown et al., 2004 (34) ; Volek et al., 2013 (35) .), le blé (Gorissen et al., 2016 (11) ; Norton et al., 2009, 2012 (36 – 37).*



(Joy et al., 2013) (38).



(Van Vliet et al., 2015 (39).

IL A ÉTÉ RAPPORTÉ D'IMPORTANTES DIFFÉRENCES DANS LES CARACTÉRISTIQUES DES PROTÉINES ALIMENTAIRES ENTRE DIFFÉRENTES SOURCES DE PROTÉINES D'ORIGINE VÉGÉTALE. (39)

CEPENDANT, CE RAPPORT RASSEMBLAIT DES DONNÉES ISSUES DE NOMBREUSES ÉTUDES INDÉPENDANTES ÉVALUANT :

- SOIT UNE UNIQUE SOURCE PROTÉIQUE
- SOIT COMPARANT QUELQUES SOURCES DE PROTÉINES VÉGÉTALES.

TENEUR EN % DE PROTÉINES DU POIDS BRUT DE L'ALIMENT

VÉGÉTALES

AVOINE	LUPIN	BLÉ	CHANVRE	ALGUE	SOYA	RIZ BRUN	POIS	MAÏS	POMME DE TERRE
64	61	81	51	69	72	79	80	65	80

ANIMALES

HUMAIN

WHEY	LAIT	CASEINATE	CASÉINE	OEUF	MUSCLES
79	78	86	72	51	84

LES TENEURS EN PROTÉINES DES ÉCHANTILLONS PROVENANT DE LA MÊME SOURCE DE PROTÉINES DIFFÉRAIENT ENTRE LES FOURNISSEURS, AVEC DES TENEURS EN PROTÉINES ALLANT DE :

- POUR LE BLÉ : 74 À 88%
- DU SOJA : DE 61 À 91%
- DU POIS : DE 77 À 81%
- DU MAÏS : DE 58 À 75%
- DE LA POMME DE TERRE : DE 77 À 83%
- DU LACTOSÉRUM : DE 72 À 84%
- ET DE LA CASÉINE : DE 67 À 78%.

TENEUR EN POURCENTAGE DE EEA SUR LE TOTAL DE PROTÉINES

VÉGÉTALES									
AVOINE	LUPIN	BLÉ	CHANVRE	ALGUE	SOYA	RIZ BRUN	POIS	MAÏS	POMME DE TERRE
21	21	22	23	23	27	28	30	32	37

ANIMALES					HUMAIN
WHEY	LAIT	CASEINATE	CASÉINE	OEUF	MUSCLES
43	39	38	34	32	38

Acides Aminés Essentiels		
VÉGÉTALES	ANIMALES	MUSCLES
26 ± 2% du total des protéines	37 ± 2% du total des protéines	38% du total des protéines

AINSI, LES BESOINS EN ACIDES AMINÉS ESSENTIELS NE SERAIENT PAS SATISFAITS SI L'UNE DE CES PROTÉINES ÉTAIT LA SEULE SOURCE DE PROTÉINES CONSOMMÉE.

NOTEZ QUE CES BESOINS SONT BASÉS SUR UNE CONSOMMATION RECOMMANDÉE DE PROTÉINES POUR UN ADULTE DE 0,66 G/KG DE POIDS CORPOREL PAR JOUR.

LES PROTÉINES VÉGÉTALES QUI SATISFONT LES BESOINS EN ACIDES AMINÉS ESSENTIELS COMPRENNENT LE SOYA (27%), LE RIZ BRUN (28%), LE POIS (30%), LE MAÏS (32%) ET LA POMME DE TERRE (37%).



L'AVOINE, LE LUPIN, LE BLÉ, LE CHANVRE ET LES MICROALGUES SONT INFÉRIEURS AUX BESOINS EN ACIDES AMINÉS ESSENTIELS ÉTABLIS PAR L'OMS/FAO/UNU (WHO/FAO/UNU EXPERT CONSULTATION 2007).

TOUTES LES PROTÉINES D'ORIGINE ANIMALE ÉTAIENT LARGEMENT SUPÉRIEURES AUX BESOINS EN ACIDES AMINÉS ESSENTIELS ÉTABLIS PAR L'OMS/FAO/UNU.



PROFIL EN ACIDES AMINÉS:

TENEUR MOYENNE EN LEUCINE

VÉGÉTALES	ANIMALES
7,1 ± 0,8%	8,8 ± 0,7%

TENEUR MOYENNE EN LYSINE

VÉGÉTALES	ANIMALES
3,6 ± 0,6	7,0 ± 0,6

TENEUR MOYENNE EN MÉTHIONINE

VÉGÉTALES	ANIMALES
1,0 ± 0,3%	2,5 ± 0,1%

UNE VARIABILITÉ MOINS PRONONCÉE A ÉTÉ OBSERVÉE ENTRE LES PROTÉINES D'ORIGINE VÉGÉTALE ET ANIMALE DANS LES TENEURS EN ISOLEUCINE, VALINE, HISTIDINE, PHÉNYLALANINE ET THRÉONINE.

± = *plus ou moins*

LA TENEUR EN LYSINE DU BLÉ (1,4 %), DU MAÏS (1,5 %), DE L'AVOINE (2,1 %), DU RIZ BRUN (2,4 %), DU CHANVRE (2,8 %) ET DU LUPIN (3,5 %) EST INFÉRIEURE AUX BESOINS ÉTABLIS PAR L'OMS/FAO/UNU ET NETTEMENT INFÉRIEURE À CELLE DU SOJA (4,6 %), DES MICROALGUES (5,3 %), DU POIS (5,9 %) ET DE LA POMME DE TERRE (6,0 %).

TENEUR MOYENNE EN LYSINE

BLÉ	MAÏS	AVOINE	RIZ BRUN	CHANVRE	LUPIN	SOJA	MICRO ALGUES	POIS	POMME DE TERRE
1.4	1.5	2.1	2.4	2.8	3.5	4.6	5.3	5.9	6.0

LES TENEURS EN MÉTHIONINE ÉTAIENT FAIBLES DANS LES MICROALGUES (0,0 %), L'AVOINE (0,2 %), LE LUPIN (0,3 %), LE POIS (0,4 %), LE SOJA (0,4 %) ET LE BLÉ (0,9 %), MAIS ATTEIGNAIENT LES BESOINS ÉTABLIS PAR L'OMS/FAO/UNU DANS LA POMME DE TERRE (1,6 %), LE MAÏS (1,7 %), LE CHANVRE (2,0 %) ET LE RIZ BRUN (2,5 %).

TENEUR MOYENNE EN MÉTHIONINE

MICROALGUES	AVOINE	LUPIN	POIS	SOJA	BLÉ	POMME DE TERRE	MAÏS	CHANVRE	RIZ BRUN
0	0.2	0.3	0.4	0.4	0.9	1.6	1.7	2.0	2.5

UNE VARIABILITÉ MOINS PRONONCÉE A ÉTÉ OBSERVÉE ENTRE LES PROTÉINES D'ORIGINE VÉGÉTALE ET ANIMALE DANS LES TENEURS EN ISOLEUCINE, VALINE, HISTIDINE, PHÉNYLALANINE ET THRÉONINE.

DE MANIÈRE GÉNÉRALE, TOUTES LES SOURCES DE PROTÉINES VÉGÉTALES SAUF LA POMME DE TERRE ONT DES TAUX NETTEMENT INFÉRIEURS EN LEUCINE, ISOLEUCINE ET VALINE ! (CF. TABLEAU 1)

TABLEAU 1 : QUANTITÉ D'ACIDES AMINÉS POUR 100 G DE PROTÉINES VÉGÉTALES ET ANIMALES :



Amino acid content of various dietary protein sources and human skeletal muscle

	Oat	Lupin	Wheat	Hemp	Microalgae	Soy	Brown rice	Pea	Corn	Potato	Whey	Milk	Caseinate	Casein	Egg	Human muscle
Essential amino acids																
Threonine	1.5	1.6	1.8	1.3	2.1	2.3	2.3	2.5	1.8	4.1	5.4	3.5	3.5	2.6	2.0	2.9
Methionine	0.1	0.2	0.7	1.0	0.0	0.3	2.0	0.3	1.1	1.3	1.8	2.1	2.2	1.6	1.4	1.7
Phenylalanine	2.7	1.8	3.7	1.8	2.1	3.2	3.7	3.7	3.4	4.2	2.5	3.5	4.2	3.1	2.3	3.8
Histidine	0.9	1.2	1.4	1.1	0.7	1.5	1.5	1.6	1.1	1.4	1.4	1.9	2.2	1.7	0.9	2.8
Lysine	1.3	2.1	1.1	1.4	3.6	3.4	1.9	4.7	1.0	4.8	7.1	5.9	5.9	4.6	2.7	6.6
Valine	2.0	1.4	2.3	1.3	2.1	2.2	2.8	2.7	2.1	3.7	3.5	3.6	3.8	3.0	2.0	4.3
Isoleucine	1.3	1.5	2.0	1.0	1.2	1.9	2.0	2.3	1.7	3.1	3.8	2.9	3.0	2.3	1.6	3.4
Leucine	3.8	3.2	5.0	2.6	4.0	5.0	5.8	5.7	8.8	6.7	8.6	7.0	7.8	5.8	3.6	6.3
ΣEAA	13.7	13.1	18.0	11.6	15.7	19.9	22.1	23.6	21.0	29.3	34.1	30.3	32.8	24.8	16.5	31.8
Non-essential amino acids																
Serine	2.2	2.5	3.5	2.3	2.1	3.4	3.4	3.6	2.9	3.4	4.0	4.0	4.2	3.4	3.3	2.3
Glycine	1.7	2.1	2.4	2.1	2.6	2.7	3.4	2.8	1.6	3.2	1.5	1.5	1.5	1.2	1.4	3.1
Glutamic acid	11.0	12.4	26.9	7.4	5.7	12.4	12.7	12.9	13.1	7.1	15.5	16.7	16.0	13.9	5.1	13.1
Proline	2.5	2.0	8.8	1.8	2.3	3.3	3.4	3.1	5.2	3.3	4.8	7.3	8.7	6.5	1.8	0.0
Cysteine	0.4	0.2	0.7	0.2	0.1	0.2	0.6	0.2	0.3	0.3	0.8	0.2	0.1	0.1	0.4	0.0
Alanine	2.2	1.7	1.8	1.9	4.0	2.8	4.3	3.2	4.8	3.3	4.2	2.6	2.6	2.0	2.6	4.1
Tyrosine	1.5	1.9	2.4	1.3	1.2	2.2	3.5	2.6	2.7	3.8	2.4	3.8	4.4	3.4	1.8	2.0
Arginine	3.1	5.5	2.4	5.3	3.4	4.8	5.4	5.9	1.7	3.3	1.7	2.6	2.9	2.1	2.6	4.4
ΣNEAA	24.7	28.2	48.9	22.4	21.4	31.9	36.8	34.4	32.3	27.8	34.9	38.6	40.4	32.5	19.0	29.0

SYNTHESE PROTEINES MUSCULAIRES :

(Gorissen et al. 2017 (41) ; Mitchell et al. 2015 (40) ; Witard et al. 2014 (15) ; Yang et al. 2012a (16-17))

LE TABLEAU 2 REPRÉSENTE LA QUANTITÉ DE PROTÉINES NÉCESSAIRES POUR ATTEINDRE UN APPORT DE 2,7 G DE LEUCINE OU DE 10,9 G D'ACIDES AMINÉS ESSENTIELS, ÉQUIVALANT À LA QUANTITÉ DE LEUCINE OU D'EAA PRÉSENTE DANS 25 G DE WHEY.

IL FAUT CONSOMMER ENVIRON ENTRE 20 À 54 G DE PROTÉINES D'ORIGINE VÉGÉTALE POUR OBTENIR EN MOYENNE 2,7 G DE LEUCINE. CELA CORRESPOND, PAR EXEMPLE :

- 31 GR DE PROTÉINE EN POUDRE DE MAIS
- 105 GR DE PROTÉINE EN POUDRE DE CHANVRE

CELA MET À NOUVEAU EN ÉVIDENCE LA VARIABILITÉ PARMI LES SOURCES DE PROTÉINES D'ORIGINE VÉGÉTALE.

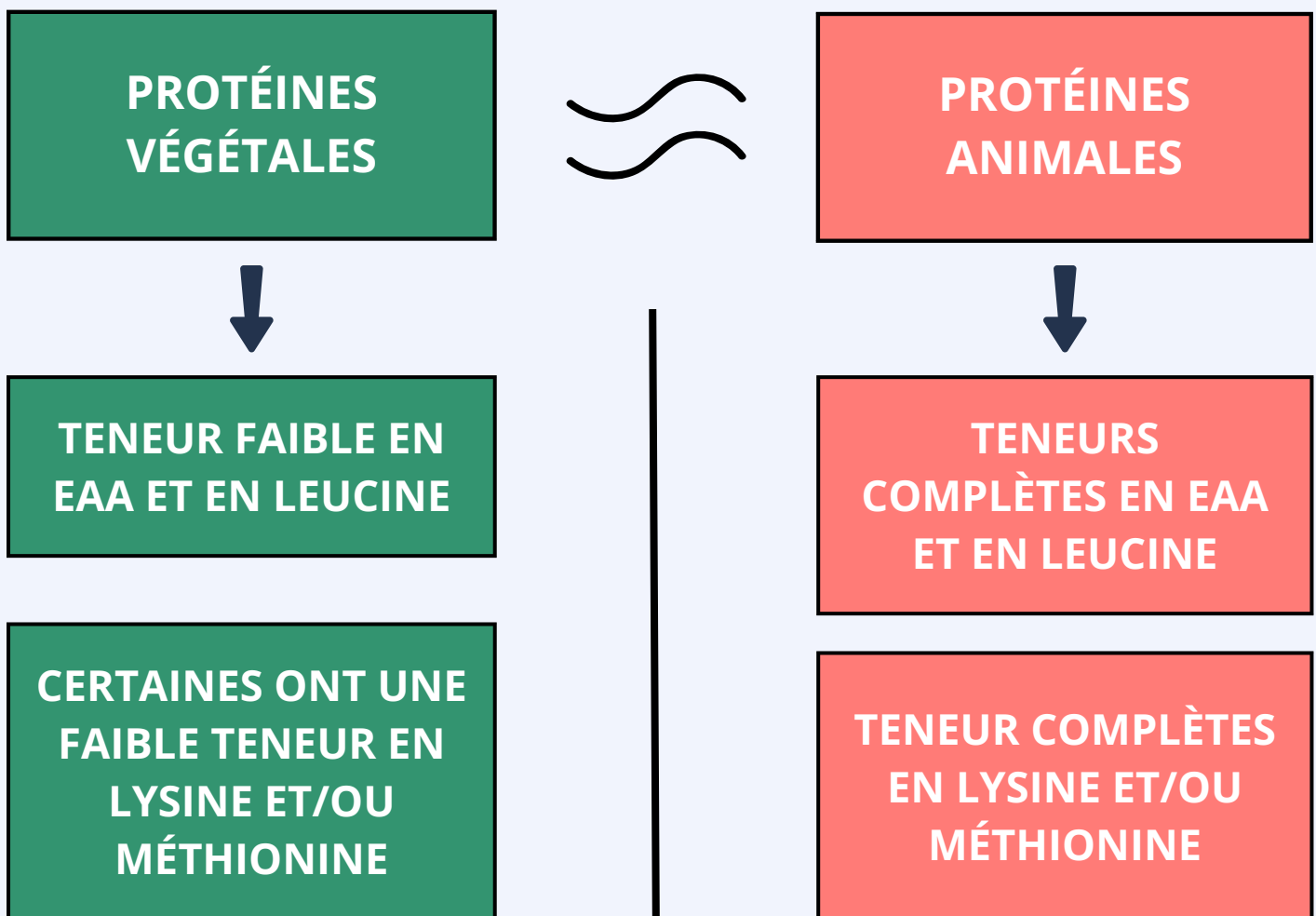
TABLEAU 2 :



	Matched for leucine		Matched for Σ EAA	
	Amount of protein (g)	Amount of raw material (g)	Amount of protein (g)	Amount of raw material (g)
Oat	47	73	51	79
Lupin	52	86	50	83
Wheat	45	55	49	60
Hemp	54	105	48	93
Microalgae	48	69	48	69
Soy	40	55	40	55
Brown rice	37	47	39	49
Pea	38	48	37	46
Corn	20	31	34	52
Potato	33	41	30	37
Whey	25	32	25	32
Milk	31	39	28	36
Casinate	30	35	28	33
Casein	34	47	32	44
Egg	39	77	34	66

CETTE ÉTUDE A MESURÉ ET COMPARÉ LA COMPOSITION EN ACIDES AMINÉS DE DIVERS ISOLATS DE PROTÉINES D'ORIGINE VÉGÉTALE, DES PROTÉINES D'ORIGINE ANIMALE ET DU MUSCLE SQUELETTIQUE HUMAIN.

QUE DOIT-ON EN RETENIR



EN RAISON D'UNE GRANDE VARIABILITÉ DANS LA COMPOSITION EN ACIDES AMINÉS DES DIFFÉRENTES SOURCES DE PROTÉINES VÉGÉTALES, IL EST IMPÉRATIF DE METTRE EN PLACE UNE COMBINAISON ÉQUILIBRÉE DE DIFFÉRENTES SOURCES DE PROTÉINES VÉGÉTALES POUR S'ASSURER D'AVOIR UN APPORT COMPLET EN ACIDES AMINÉS.

L'OMS/FAO/UNU EXPERT CONSULTATION 2007

UN RÉCAPITULATIF DES DIFFÉRENTES SOURCES VÉGÉTALES

PATATES



POIS



SOJA



CHANVRE



LUPIN



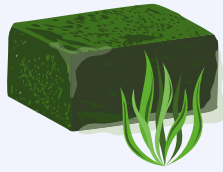
AVOINE



BLÉ



ALGUES



MAÏS



RIZ BRUN



FAIT IMPORTANT

LA CROISSANCE DE LA POPULATION MONDIALE, ASSOCIÉE À DES RESSOURCES DE PLUS EN PLUS LIMITÉES TELLES QUE LES TERRES CULTIVABLES ET L'EAU DOUCE, A CONDUIT À LA NÉCESSITÉ DE TROUVER DES SOURCES ALTERNATIVES DE PROTÉINES POUR RÉPONDRE AUX BESOINS MONDIAUX EN PROTÉINES.



LES FAUSSES CROYANCES !



DES ÉTUDES SUGGÈRENT QUE LES PROTÉINES D'ORIGINE VÉGÉTALE SONT DE MOINDRE QUALITÉ EN CE QUI CONCERNE LEUR CAPACITÉ À AUGMENTER LES TAUX DE SYNTHÈSE DES PROTÉINES MUSCULAIRES POSTPRANDIALES.

LA VÉRITÉ !



VAN VLIET ET AL. 2015 (39)

CETTE REVUE A UTILISÉ DES DONNÉES POUR ÉVALUER LES CARACTÉRISTIQUES DES PROTÉINES, TELLES QUE LA TENEUR EN AZOTE ET LA COMPOSITION EN ACIDES AMINÉS.

JUNG ET AL. 2003 (43)

COMPARAISON D'UN GRAND NOMBRE DE POUDRES DE PROTÉINES VÉGÉTALES ALIMENTAIRES ET LA MÉTHODE DE COMBUSTION DE DUMAS POUR DÉTERMINER LA TENEUR EN PROTÉINES DE LA POUDRE DE PROTÉINES.

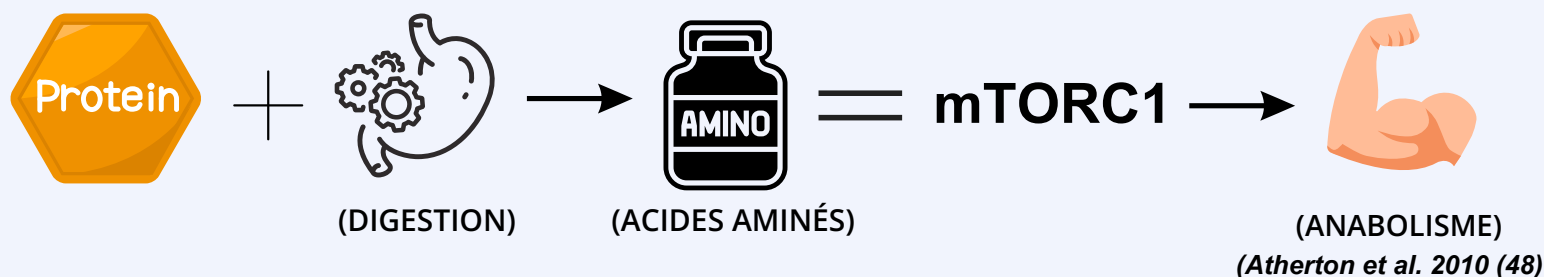
WATERVAL ET AL. 2009 (42)

CHROMATOGRAPHIE LIQUIDE ULTRA-PERFORMANTE COUPLÉE À LA SPECTROMÉTRIE DE MASSE EN TANDEM POUR ÉVALUER LA COMPOSITION EN ACIDES AMINÉS DES SOURCES DE PROTÉINES.

Parmi les acides aminés, les EAA semblent être principalement responsables de la stimulation postprandiale de la synthèse des protéines musculaires.

(Tipton et al. 1999a, b (45 – 46) ; Volpi et al. 2003.(8))

IL EXISTE UNE RELATION DOSE-DÉPENDANTE ENTRE LA QUANTITÉ D'ACIDES AMINÉS ESSENTIELS INGÉRÉS ET LA RÉPONSE POSTPRANDIALE DE LA SYNTHÈSE DES PROTÉINES MUSCULAIRES JUSQU'À CE QU'UN PLATEAU SOIT ATTEINT *(CUTHBERTSON ET AL., 2005 (47)).*



**À NOTER, LA LEUCINE FAVORISE LA TRANSLOCATION DE MTORC1 (SCHÉMA CI-DESSUS).
CELA SIGNIFIE QUE LA LEUCINE EST UNE CARACTÉRISTIQUE CLÉ POUR CETTE FAMEUSE SYNTHÈSE.**

(Laplane and Sabatini 2012 (49) ; Saxton et al. 2016 (50) ; Wolfson et al. 2016 (51))



LES PROTÉINES DE SOJA, DE RIZ BRUN, DE POIS, DE MAÏS ET DE POMME DE TERRE ONT DES TENEURS EN LEUCINE QUI RÉPONDENT AUX RECOMMANDATIONS !

(WHO/FAO/ONU EXPERT CONSULTATION 2007)

L'ingestion de protéines en quantité peut être suffisante pour activer le mécanisme de synthèse des protéines musculaires.

On suppose que 2,7 g de leucine soit suffisant pour déclencher ce mécanisme.

(Gorissen et al. 2017 (41) ; Mitchell et al. 2015 (40) ; Witard et al. 2014 (15) ; Yang et al. 2012a (16-17))



TOUS LES ACIDES AMINÉS SONT NÉCESSAIRES POUR SERVIR DE PRÉCURSEURS À LA SYNTHÈSE DE NOUVELLES PROTÉINES TISSULAIRES, ET LE MANQUE D'UN OU DE PLUSIEURS ACIDES AMINÉS SPÉCIFIQUES POURRAIT COMPROMETTRE UNE ÉLÉVATION SOUTENUE DES TAUX DE SYNTHÈSE DES PROTÉINES MUSCULAIRES APRÈS UN REPAS.



MAIS LA POMME DE TERRE EST LA SEULE SOURCE DE PROTÉINES CONTENANT LES EXIGENCES DE L'OMS/FAO/ONU POUR TOUS LES ACIDES AMINÉS ESSENTIELS.

QU'EN EST-IL POUR LE BLÉ ET LE SOJA, PAR RAPPORT AUX PROTÉINES LAITIÈRES ?

(Tang et al. 2009 (14) ; Wilkinson et al. 2007 (26) ; Yang et al. 2012b (16-17) ; (Gorissen et al. 2016 (11))



LES ÉTUDES EXAMINANT LES PROPRIÉTÉS ANABOLIQUES DES PROTÉINES D'ORIGINE VÉGÉTALE ONT MONTRÉ QUE LA RÉPONSE DE SYNTHÈSE DES PROTÉINES MUSCULAIRES À L'INGESTION DE PROTÉINES DE SOJA, ET DE PROTÉINES DE BLÉ, EST PLUS FAIBLE PAR RAPPORT AUX PROTÉINES LAITIÈRES

RÉSULTATS :

UNE DOSE PLUS ÉLEVÉE DE PROTÉINES DE SOJA (20 À 40 G) N'A PAS ÉTÉ EN MESURE D'INDUIRE UNE PLUS GRANDE STIMULATION DE LA SYNTHÈSE DES PROTÉINES MUSCULAIRES.

UNE DOSE PLUS ÉLEVÉE DE PROTÉINES DE BLÉ DE 35 À 60 G (EN CORRESPONDANCE AVEC LA TENEUR EN LEUCINE DE 35 G DE PROTÉINES DE LACTOSÉRUM) A PERMIS D'AUGMENTER SENSIBLEMENT LES TAUX DE SYNTHÈSE DES PROTÉINES MUSCULAIRES APRÈS LES REPAS.

CEPENDANT !



AUGMENTER SIMPLEMENT LA DOSE DE PROTÉINES D'ORIGINE VÉGÉTALE POUR COMPENSER LEURS PROPRIÉTÉS ANABOLIQUES PLUS FAIBLES PEUT NE PAS TOUJOURS ÊTRE PRATIQUE OU RÉALISABLE.

IL RESTE À DÉTERMINER SI L'INGESTION D'UNE SEULE QUANTITÉ DE REPAS DE PROTÉINE DE POMME DE TERRE A LA CAPACITÉ DE STIMULER LA SYNTHÈSE DES PROTÉINES MUSCULAIRES.

LES NEUF AUTRES ISOLATS DE PROTÉINES D'ORIGINE VÉGÉTALE INCLUS DANS L'ANALYSE ACTUELLE CONTIENNENT DES QUANTITÉS INSUFFISANTES DE LYSINE ET/OU DE MÉTHIONINE, CONFORMÉMENT AUX EXIGENCES DE L'OMS/FAO/ONU.

SOLUTION A :

UNE APPROCHE PLUS RÉALISTE CONSISTERAIT À COMBINER DES PROTÉINES D'AVOINE, DE LUPIN OU DE BLÉ AVEC DES PROTÉINES D'ORIGINE ANIMALE. SUR UN RATIO DE 50/50.

CES MÉLANGES NÉCESSITENT SEULEMENT 5 % À 40 % DE PROTÉINES EN PLUS À CONSOMMER POUR FOURNIR DES QUANTITÉS SUFFISANTES DE TOUS LES ACIDES AMINÉS ESSENTIELS.

SOLUTION B :

PROTÉINE DE MAÏS, CHANVRE, RIZ
BRUN, SOJA ET DE POIS

FAIBLE TENEUR LYSINE OU
MÉTHIONINE



À COMPENSER EN INGÉRANT 2 À 4
FOIS PLUS DE CES PROTÉINES

COMBINER DU MAÏS, DU CHANVRE OU
DU RIZ BRUN

FAIBLE TENEUR EN LYSINE



AVEC DU SOJA, DES MICROALGUES OU
DES POIS DANS UN RAPPORT 50/50

FAIBLE TENEUR EN MÉTHIONINE

PROTÉINES D'AVOINE, DE LUPIN OU
DE BLÉ

FAIBLE TENEUR LYSINE ET
MÉTHIONINE



A COMPENSER EN INGÉRANT 3 À 8
FOIS PLUS DE CES PROTÉINES

IL RESTE À SAVOIR SI L'INGESTION D'UNE DOSE UNIQUE DE REPAS DE CES
MÉLANGES DE PROTÉINES AUGMENTE LES TAUX DE SYNTHÈSE DES PROTÉINES
MUSCULAIRES.

À L'HEURE ACTUELLE, NOUS AVONS DEUX ÉTUDES.

(Reidy et al. 2013, 2014, 2016 (52 – 53 – 54))



Participants Jeunes

(Borack et al. 2016 (55))



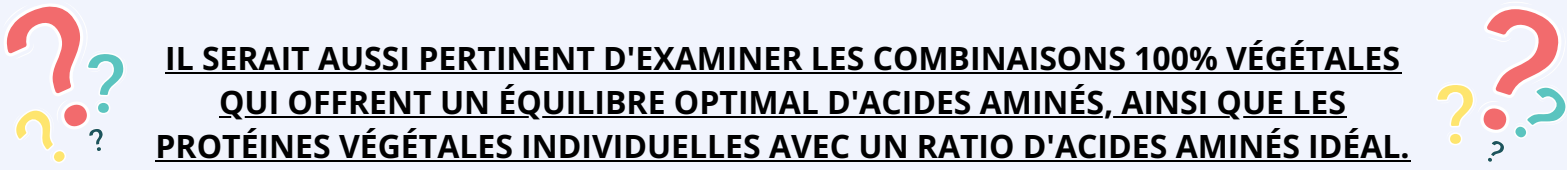
Participants Agées



**LES DEUX GROUPES AVAIENT :
50 % DE CASÉINATE,
25 % DE PROTÉINES DE LACTOSÉRUM ET
25 % DE SOJA.**

**DES RÉSULTATS PROMETTEURS ONT ÉTÉ OBTENUS CHEZ LES JEUNES ET
LES PERSONNES ÂGÉES EN UTILISANT CES MÉLANGES DE PROTÉINES.**

**LES RECHERCHES À VENIR DEVRAIENT SE PENCHER SUR LES VERTUS
ANABOLIQUES DES ASSOCIATIONS DE PROTÉINES ENRICHIES EN
PROTÉINES VÉGÉTALES.**



**IL SERAIT AUSSI PERTINENT D'EXAMINER LES COMBINAISONS 100% VÉGÉTALES
QUI OFFRENT UN ÉQUILIBRE OPTIMAL D'ACIDES AMINÉS, AINSI QUE LES
PROTÉINES VÉGÉTALES INDIVIDUELLES AVEC UN RATIO D'ACIDES AMINÉS IDÉAL.**



**L'ADOPTION D'UNE ALIMENTATION BASÉE SUR DES PROTÉINES VÉGÉTALES OU
DES ASSEMBLAGES DE PROTÉINES OFFRANT DE MEILLEURES VERTUS
ANABOLIQUES POURRAIT S'AVÉRER UNE ALTERNATIVE DURABLE POUR
SATISFAIRE LES BESOINS PROTÉIQUES MONDIAUX.**

**CELA CONTRIBUERAIT ÉGALEMENT AU BIEN-ÊTRE, À LA CROISSANCE ET À LA
PRÉSERVATION DE LA MASSE MUSCULAIRE AU FIL DU TEMPS.**

**IL EST CLAIR QUE LA TENEUR ET LE PROFIL D'ACIDES AMINÉS VARIENT
SELON LES SOURCES PROTÉINIQUES VÉGÉTALES.**

**EN ASSOCIANT DIFFÉRENTES SOURCES VÉGÉTALES, ON PEUT OBTENIR
DES PROPRIÉTÉS PROCHES DE CELLES DES PROTÉINES D'ORIGINE
ANIMALE.**

LES PLANTES RENFERMENT DIVERS COMPOSÉS.

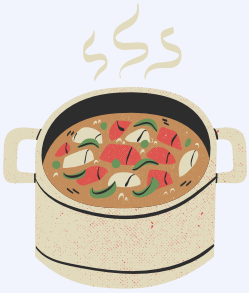


SOURCES VÉGÉTALES



INHIBITEURS

INHIBITEURS DE TRYPSINE, PHYTATES ET TANINS, QUI PEUVENT RÉDUIRE LA DIGESTION DE CERTAINES PROTÉINES ET POSER DES PROBLÈMES PAR RAPPORT À L'ASSIMILATION DES MINÉRAUX.



LA CUISSON PEUT MINIMISER CETTE PROBLÉMATIQUE.

GÉNÉRALEMENT, LES PROTÉINES VÉGÉTALES EN POUDRE DÉPOURVUES DE CES COMPOSÉS, SONT PRESQUE AUSSI ASSIMILABLES QUE LEURS HOMOLOGUES ANIMALES.

LE MOT DE LA FIN !

TOUTES LES PROTÉINES SE COMPOSENT D'UN ASSORTIMENT DE 20 ACIDES AMINÉS.

NOTRE CORPS PEUT GÉNÉRER 11 D'ENTRE EUX, LES 9 RESTANTS, ESSENTIELS, DOIVENT ÊTRE OBTENUS PAR L'ALIMENTATION.

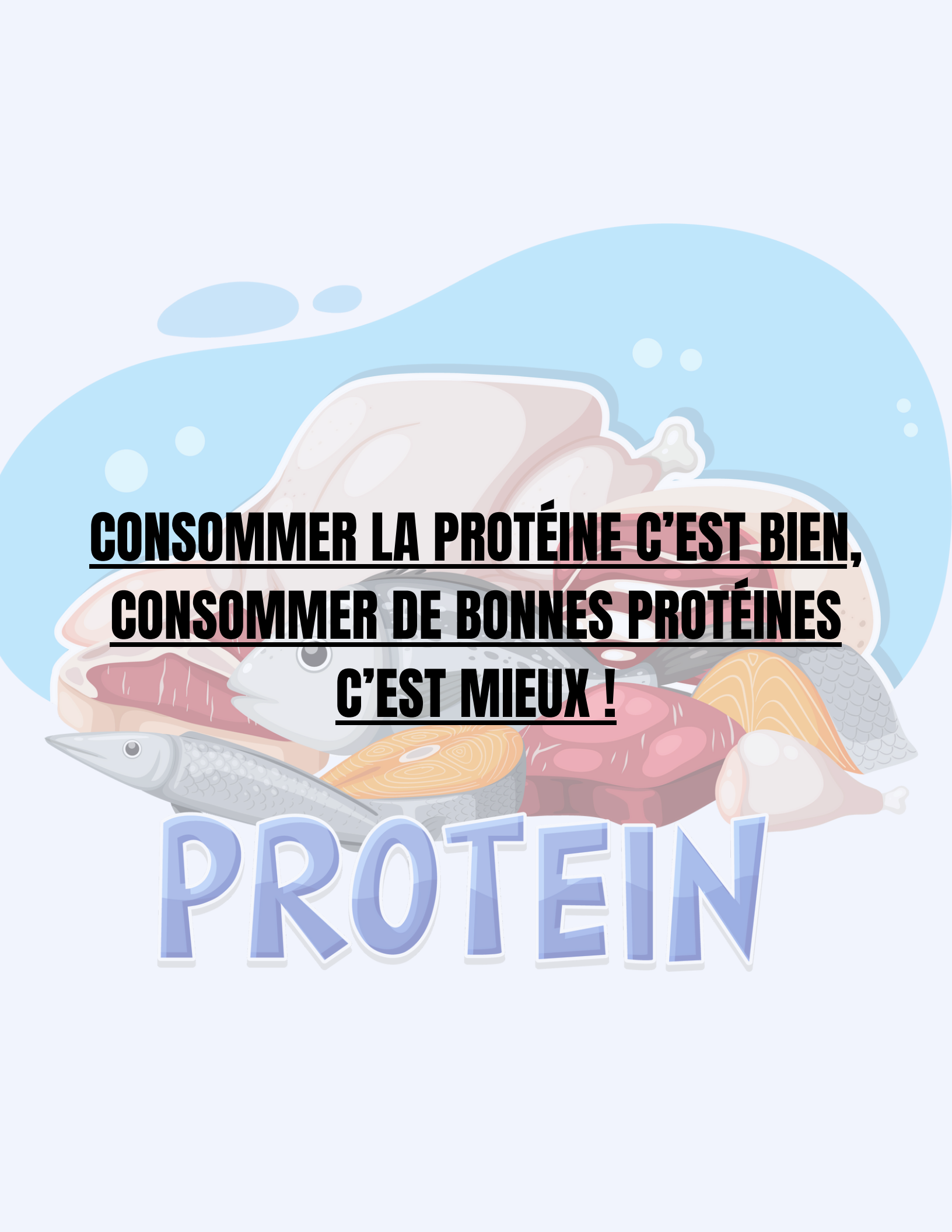
POUR FAVORISER LA CROISSANCE MUSCULAIRE, IL EST ESSENTIEL QUE LA PRODUCTION DE PROTÉINES DANS LES MUSCLES SURPASSE LEUR DÉGRADATION. SI LES 20 ACIDES AMINÉS SONT VITAUX À CETTE FIN, LES ACIDES AMINÉS ESSENTIELS ISSUS DE NOTRE NOURRITURE JOUENT UN RÔLE CLÉ.

LA VALEUR D'UNE PROTÉINE EST DÉTERMINÉE PAR SON TAUX D'ABSORPTION ET SON PROFIL EN EAA.

LES PROTÉINES VÉGÉTALES PEUVENT PRÉSENTER CERTAINES LACUNES EN ACIDES AMINÉS. CECI POURRAIT EXPLIQUER POURQUOI CERTAINES RECHERCHES INDICENT UNE MOINDRE EFFICACITÉ DES PROTÉINES VÉGÉTALES PAR RAPPORT À CELLES D'ORIGINE ANIMALE.

CEPENDANT, IL FAUT RETENIR QUE LES PROTÉINES VÉGÉTALES SONT TOUT AUSSI INTÉRESSANTES QUE LES PROTÉINES ANIMALES (À CONDITION QUE TOUS LES ACIDES AMINÉS SOIENT PRÉSENTS EN QUANTITÉ ET EN QUALITÉ)

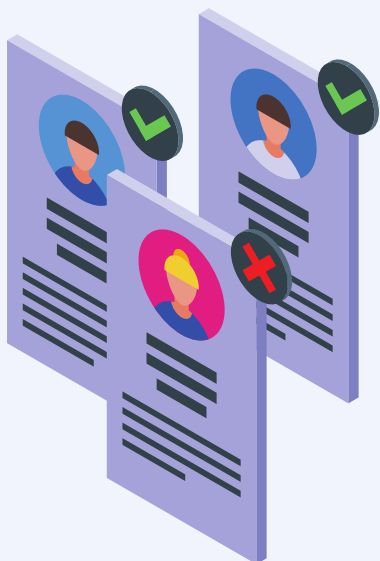
IL EST POSSIBLE DE COMPENSER CES LACUNES PAR UNE CONSOMMATION ACCRUE, UNE COMBINAISON JUDICIEUSE DE SOURCES PROTÉINIQUES OU PAR DES COMPLÉMENTS ALIMENTAIRES.



CONSOMMER LA PROTÉINE C'EST BIEN,
CONSOMMER DE BONNES PROTÉINES
C'EST MIEUX !

PROTEIN

**AVOIR UNE NUTRITION QUI CORRESPOND À VOTRE CONTEXTE
PHYSIOLOGIQUE ET ENVIRONNEMENTAL N'EST PAS FORCÉMENT SIMPLE.**



**POUR UNE NUTRITION ADAPTÉE À VOTRE
PROFIL, IL EST ESSENTIEL DE PRENDRE EN
COMPTE LA QUANTITÉ ET LA QUALITÉ DES
PROTÉINES.**

**LA QUALITÉ DES PROTÉINES EST ÉVALUÉE EN
FONCTION DE LEUR CAPACITÉ À FOURNIR LES
ACIDES AMINÉS ESSENTIELS NÉCESSAIRES POUR
FAVORISER LA PRODUCTION EFFICACE DES
PROTÉINES CORPORELLES.**

EXTRAIT DE : « Have protein quality indexes evolved? »

C. Gaudichon UMR PNCA, AgroParisTech, INRA, Université Paris Saclay, Paris. »

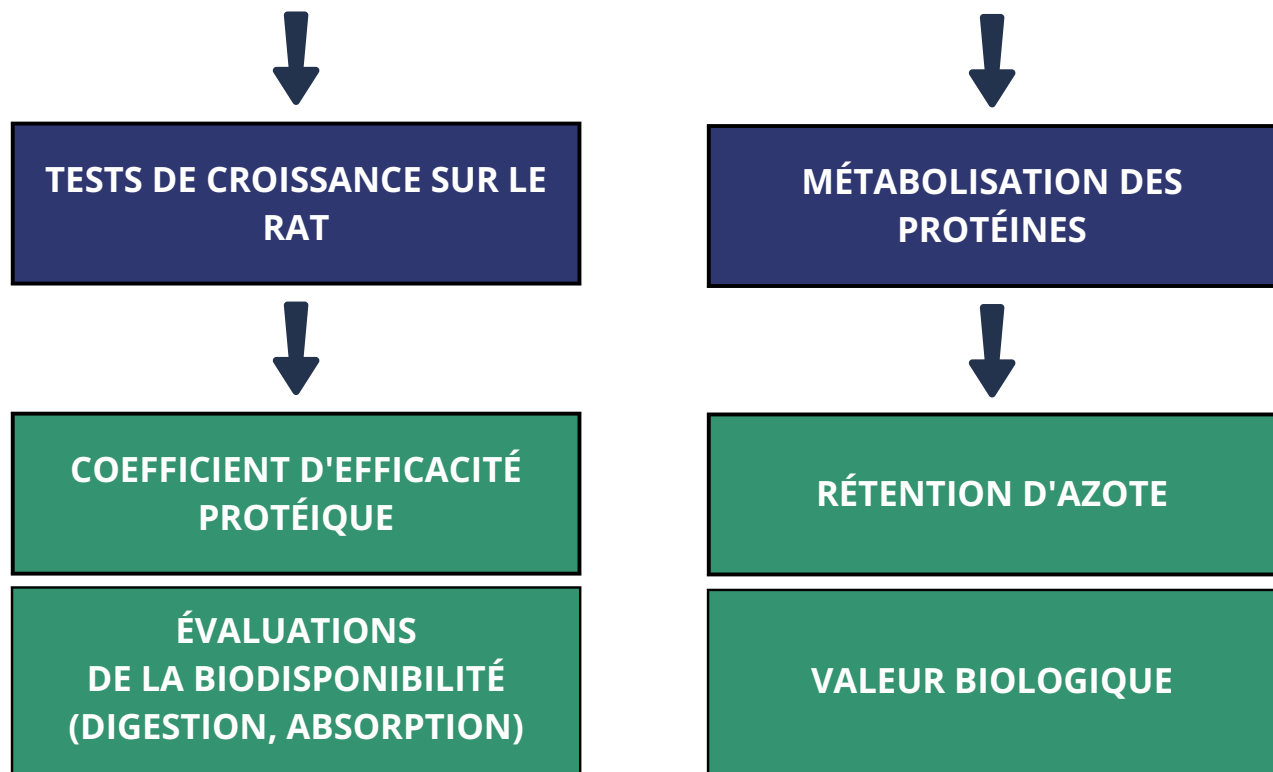
POUR ÉVALUER CETTE APTITUDE, DIFFÉRENTES MÉTHODES SONT ADOPTÉES, PAR EXEMPLE :



- TEST IN VIVO SUR DES HUMAINS
- TEST IN VIVO SUR DES ANIMAUX
- ÉTUDES DE LA COMPOSITION EN ACIDES AMINÉS
DES PROTÉINES

**LE CRITÈRE LE PLUS COURAMMENT UTILISÉ POUR ÉVALUER LA
COMPOSITION DES PROTÉINES EST LE PD-CAAS, MAIS EN 2011
CELUI-CI A ÉTÉ REMPLACÉ PAR LE DIAAS, ÉTABLI PAR LA FAO.**

LES APPROCHES IN VIVO



CES INDICES, QUI DÉPENDENT DE LA COMPOSITION DES PROTÉINES, SONT ÉGALEMENT INFLUENCÉS PAR LES BESOINS SPÉCIFIQUES EN ACIDES AMINÉS DE L'HUMAIN, DONT LA DERNIÈRE RÉVISION REMONTE À 2007.



LA BIODISPONIBILITÉ SE RAPPORTE À LA QUANTITÉ D'UNE SUBSTANCE QUE LE CORPS PEUT ABSORBER ET UTILISER.

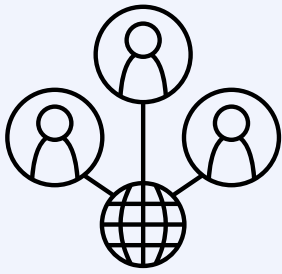
TERME GÉNÉRALEMENT INTERCHANGEABLE AVEC "BIODISPONIBILITÉ ORALE".

CELA DÉSIGNE LA QUANTITÉ D'UNE SUBSTANCE QUI EST ABSORBÉE ET UTILISÉE PAR LE CORPS LORSQU'ELLE EST CONSOMMÉE PAR VOIE ORALE.

CETTE "BIODISPONIBILITÉ" DÉPEND DE DIVERS FACTEURS :

Forme Moléculaire	Certaines substances peuvent exister sous plusieurs formes ou structures chimiques, et certaines formes peuvent être plus facilement absorbées que d'autres.
Solubilité	Pour qu'une substance soit absorbée dans le tractus intestinal, elle doit généralement être soluble dans l'eau. Les substances liposolubles nécessitent souvent des mécanismes spécifiques pour leur absorption.
Stabilité	Certaines substances peuvent être instables dans l'environnement acide de l'estomac, se décomposant avant d'avoir une chance d'être absorbées. Interaction avec d'autres substances : Certains aliments ou médicaments peuvent interférer avec l'absorption d'autres substances. Par exemple, la présence de calcium peut affecter l'absorption du fer.
Taille des particules	La taille et la surface d'exposition d'une particule peuvent influencer sa vitesse et son efficacité d'absorption.
Mécanismes d'absorption	Certaines substances nécessitent des transporteurs spécifiques pour être absorbées, tandis que d'autres peuvent passer librement à travers les membranes cellulaires.
Métabolisme de premier passage	Après l'absorption, certaines substances sont largement métabolisées dans le foie avant d'atteindre la circulation systémique, réduisant ainsi la quantité de substance active disponible.
Lieu d'absorption	Certaines substances sont mieux absorbées dans certaines parties du tractus gastro-intestinal que dans d'autres.
Présence de nourriture	Manger en même temps que la prise d'un médicament ou d'un supplément peut affecter sa biodisponibilité, soit en ralentissant son absorption, soit en modifiant le pH de l'estomac, ce qui peut affecter la solubilité de la substance.
Formulation	La manière dont une substance est formulée ou préparée (par exemple, sous forme de comprimé, de capsule, de liquide) peut influencer sa biodisponibilité.

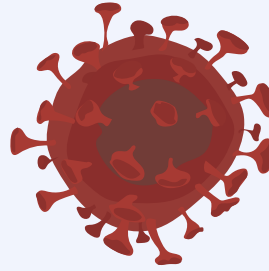
LA BIODISPONIBILITÉ PEUT ÉGALEMENT ÊTRE AFFECTÉE PAR D'AUTRES FACTEURS :



ENVIRONNEMENT



TYPE ALIMENTATION



PATHOLOGIES



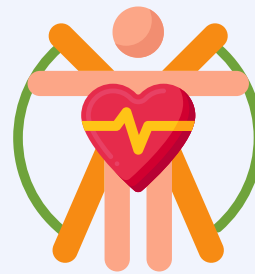
LIFESTYLE



GÉNÉTIQUE



DIGESTION



PHYSIOLOGIE

LES PROTÉINES SONT DES MACROMOLÉCULES ESSENTIELLES POUR LE FONCTIONNEMENT BIOLOGIQUE ET LA STRUCTURE DES ORGANISMES VIVANTS.

LEUR QUALITÉ EN TANT QU'ALIMENT DÉPEND PRINCIPALEMENT DE LEUR COMPOSITION EN ACIDES AMINÉS, EN PARTICULIER DES ACIDES AMINÉS INDISPENSABLES.

CES ACIDES AMINÉS SONT AINSI APPELÉS CAR LE CORPS NE PEUT LES PRODUIRE LUI-MÊME, NÉCESSITANT DONC LEUR APPORT PAR L'ALIMENTATION.

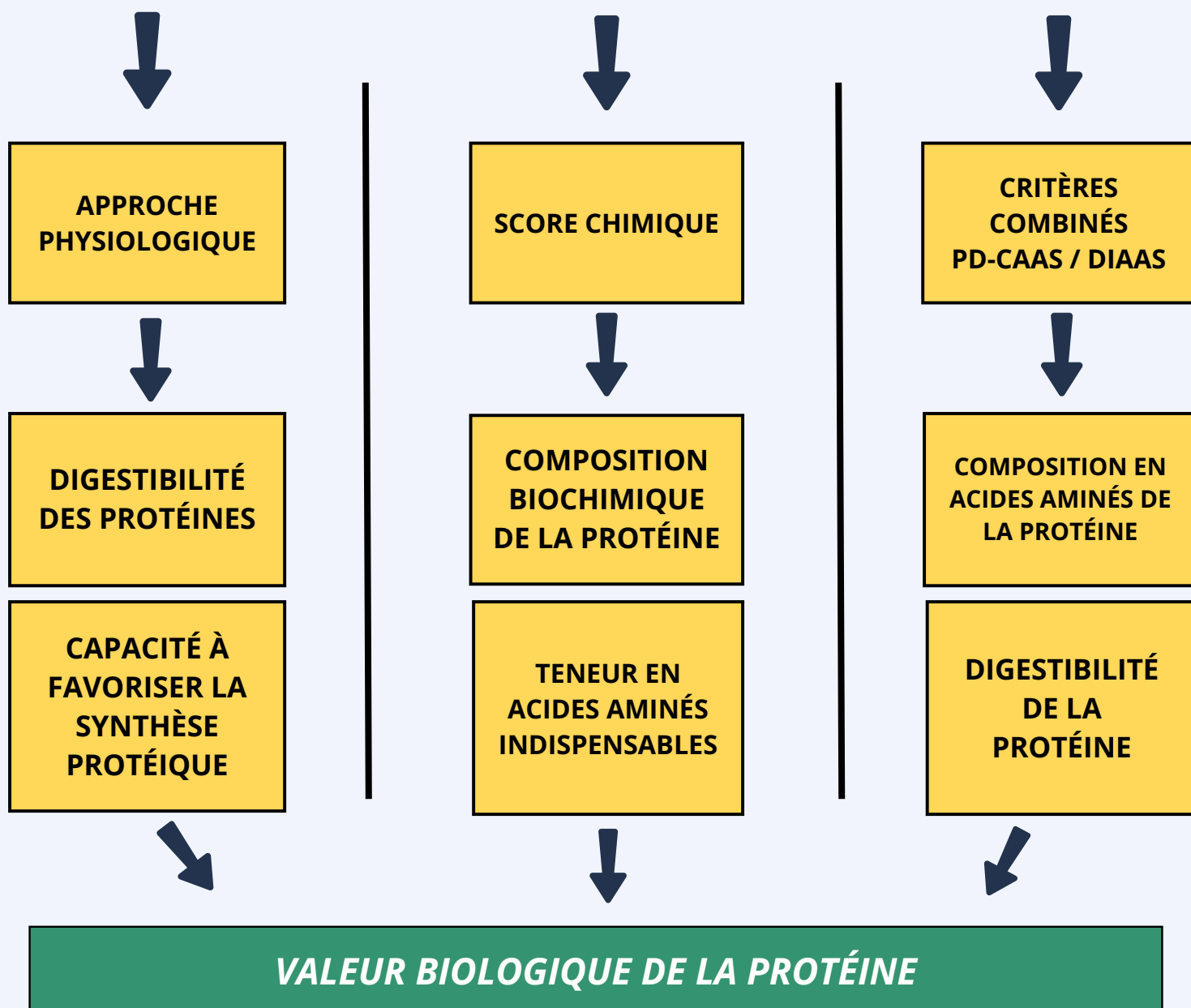
QUALITÉ DES PROTÉINES

LE PREMIER EST L'APPORT EN AZOTE, QUI EST CRUCIAL POUR LA PRODUCTION D'ACIDES AMINÉS ET DE **NUCLÉOTIDES***.

APPORT EN ACIDES AMINÉS EN QUANTITÉ ET EN QUALITÉ, POUR UNE SYNTHÈSE PROTÉIQUE EFFICACE.

POUR RAPPEL, C'EST CE QUI REND L'ALIMENTATION VÉGANE ET CERTAINES VARIANTES VÉGÉTARIENNES UN PEU COMPLEXE DANS LA PRATIQUE, CAR IL FAUT MÉLANGER DIFFÉRENTS TYPES D'ALIMENTS AFIN D'OBTENIR LE PROFIL D'ACIDES AMINÉS LE PLUS COMPLET POSSIBLE.

LES MÉTHODES POUR ÉVALUER LA QUALITÉ DES PROTÉINES SONT NOMBREUSES ET VARIÉES.



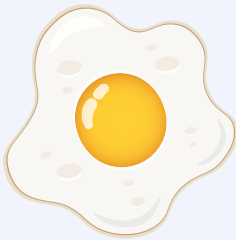
LE COEFFICIENT D'EFFICACITÉ PROTÉIQUE (CEP):



LA MÉTHODE COURAMMENT UTILISÉE POUR ÉVALUER LA QUALITÉ D'UNE PROTÉINE EN FONCTION DE SA CAPACITÉ À FAVORISER LA CROISSANCE D'UN ANIMAL.

SON FONCTIONNEMENT ?

POUR CE FAIRE, ON NOURRIT DES JEUNES RATS AVEC UN RÉGIME FAIBLE EN PROTÉINES (10 % PLUTÔT QUE 20 %). APRÈS UN MOIS, LE GAIN DE POIDS DES RATS EST COMPARÉ À LA QUANTITÉ DE PROTÉINES QU'ILS ONT CONSOMMÉE.



OEUF



PROTÉINES
LAIT ENTIER



(CEP) ENTRE 3 ET 4



CEPENDANT, IL EST IMPORTANT DE NOTER QUE LA CASÉINE, UNE PROTÉINE LAITIÈRE, N'EST PAS IDÉALE POUR LA CROISSANCE DES RATS SANS UN SUPPLÉMENT D'ACIDES AMINÉS SOUFRÉS.

DANS DE NOMBREUSES ÉTUDES, LA CASÉINE NON ENRICHIÉ EST UTILISÉE COMME TÉMOIN ET A UN CEP DE BASE DE 2,5.

D'AUTRES SOURCES, EN PARTICULIER VÉGÉTALES, PEUVENT AVOIR UN CEP ENCORE PLUS BAS, CERTAINES CÉRÉALES TOMBANT MÊME EN DESSOUS DE 1.

(56) Acevedo-Pacheco L, Serna-Saldívar SO. In vivo protein quality of selected cereal-based staple foods enriched with soybean proteins. Food Nutr Res. 2016 Oct 19;60:31382. doi: 10.3402/fnr.v60.31382. PMID: 27765143; PMCID: PMC5073300



L'AVANTAGE DU CEP EST SA SIMPLICITÉ D'UTILISATION.

IL EST STANDARDISÉ PAR LA FAO (ORGANISATION DES NATIONS UNIES POUR L'ALIMENTATION ET L'AGRICULTURE), NON INVASIF ET PERMET DE DÉTECTER RAPIDEMENT UN MANQUE D'ACIDES AMINÉS DANS UN RÉGIME.

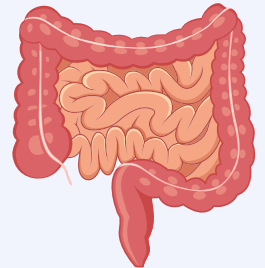
LA DIGESTIBILITÉ :



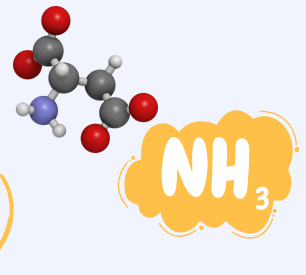
ÉVALUÉE PAR LEUR DIGESTIBILITÉ ET MESURÉE EN FONCTION DE LA QUANTITÉ RESTANTE DANS LE SYSTÈME DIGESTIF.

POUR OBTENIR UNE ÉVALUATION PRÉCISE, IL EST PRÉFÉRABLE D'EXAMINER LA DIGESTIBILITÉ À LA FIN DE L'INTESTIN GRÊLE.

LES ACIDES AMINÉS QUI ENTRENT DANS LE CÔLON NE SONT PLUS ABSORBÉS, MAIS SONT PLUTÔT TRANSFORMÉS PAR LES BACTÉRIES INTESTINALES.



CERTAINS DES AZOTES DE CES ACIDES AMINÉS SONT CONVERTIS EN SUBSTANCES ABSORBABLES PAR LA MUQUEUSE DU CÔLON, TELLES QUE L'AMMONIAC ET LES INDOLES.



SE FIER UNIQUEMENT À LA MESURE DE L'AZOTE DANS LES SELLES PEUT DONNER UNE ESTIMATION TROP ÉLEVÉE DE LA DIGESTIBILITÉ.

LA DIFFÉRENCE ENTRE LA DIGESTIBILITÉ MESURÉE AU NIVEAU DU CÔLON ET CELLE DE L'INTESTIN GRÊLE.

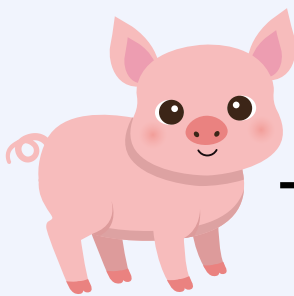
2-3% → POUR LES PROTÉINES HAUTEMENT DIGESTIBLES

10%+ → POUR LES PROTÉINES MOINS DIGESTIBLES (57)

ÉVALUER LA DIGESTIBILITÉ DE CHAQUE ACIDE AMINÉ SPÉCIFIQUE EST COMPLEXE.

MESURER DIRECTEMENT AU NIVEAU DES SELLES NE CONVIENT PAS CAR LES BACTÉRIES PRÉSENTES DÉCOMPOSENT CERTAINS ACIDES AMINÉS TOUT EN EN PRODUISANT D'AUTRES.

LA MESURE AU NIVEAU ILÉAL (PARTIE BASSE DE L'INTESTIN GRÊLE) POSE ÉGALEMENT DES PROBLÈMES.

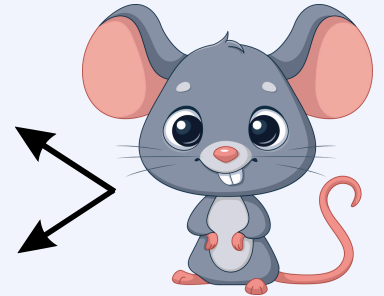


POUR LES PORCS, CETTE MESURE NÉCESSITE UNE CHIRURGIE POUR INSÉRER UNE **CANULE***, QUI RECUEILLE LES MATÉRIAUX DIGÉRÉS APRÈS L'INGESTION.

CHEZ LES RATS, UNE TELLE MÉTHODE N'EST PAS BIEN ÉTABLIE, CAR IMPRATICABLE.

UNE ALTERNATIVE SUGGÉRÉE EST DE RECUEILLIR LE CONTENU ILÉAL À UN MOMENT PRÉCIS APRÈS AVOIR EUTHANASIÉ L'ANIMAL.

UNE AUTRE MÉTHODE CONSISTE À EXAMINER LES ACIDES AMINÉS DANS LE CAECUM DU RAT QUELQUES HEURES APRÈS UN REPAS



LA DEUXIEME MÉTHODE PRÉSENTE DES LIMITATIONS PUISQUE LES BACTÉRIES AURONT CERTAINEMENT MODIFIÉ CERTAINS ACIDES AMINÉS, BIEN QUE CELA SE PRODUISE SUR UNE PÉRIODE RELATIVEMENT COURTE



CHEZ LES HUMAINS, L'APPROCHE EST ENCORE PLUS COMPLEXE.

LA MÉTHODE STANDARD NÉCESSITE L'INSERTION D'UNE SONDE INTESTINALE (INVASIF).

CETTE PROCÉDURE A ÉTÉ UTILISÉE POUR ÉTUDIER LA BIODISPONIBILITÉ DIGESTIVE DE DIFFÉRENTES SOURCES DE PROTÉINES.

UNE SOLUTION DE RECHANGE POURRAIT CONSISTER À TRAVAILLER AVEC DES PATIENTS AYANT SUBI UNE **ILÉOSTOMIE***.

CEPENDANT, CE N'EST PAS IDÉAL CAR LA DIGESTION PEUT ÊTRE AFFECTÉE PAR DES CONDITIONS MÉDICALES ANTÉRIEURES ET DES INTERVENTIONS CHIRURGICALES.

DE PLUS, TROUVER DES PATIENTS AVEC UNE ILÉOSTOMIE PERMANENTE QUI RÉPONDENT À DES CRITÈRES STRICTS EST DIFFICILE (58,59,60)

(58) Rutherford SM, Moughan PJ. The rat as a model animal for the growing pig in determining ileal amino acid digestibility in soya and milk proteins. *J Anim Physiol Anim Nutr (Berl)* 2003; 87:292-300.

(59) Oberli M, Marsset-Baglieri A, Airinei G, et al. High true ileal digestibility but not postprandial utilization of nitrogen from bovine meat protein in humans is moderately decreased by high temperature, long-duration cooking. *J Nutr* 2015; 145:2221-8.

(60) Fuller M. Determination of protein and amino acid digestibility in foods including implications of gut microbial amino acid synthesis. *Br J Nutr* 2012; 108(Suppl.2):S238-46.

LES AUTRES MÉTHODES :

OUTRE LE LIEU OÙ LES ÉCHANTILLONS SONT COLLECTÉS, LA MANIÈRE DONT ON TRAITE LES PERTES INTERNES D'AZOTE CONTRIBUE ÉGALEMENT À LA VARIABILITÉ DES MESURES DE DIGESTIBILITÉ



CETTE APPROCHE CONSISTE À MESURER CES PERTES LORS D'UN TEST EFFECTUÉ SANS PROTÉINES DANS L'ALIMENT.

EN SOUSTRAYANT CES PERTES, DES PERTES PROTÉIQUES TOTALES OBSERVÉES LORS D'UN TEST AVEC UN REPAS PROTÉIQUE. ON OBTIENT CE QUE L'ON APPELLE UNE "DIGESTIBILITÉ VRAIE" OU "STANDARDISÉE".

UNE AUTRE MÉTHODE CONSISTE À MARQUER LES PROTÉINES ALIMENTAIRES AVEC UN ISOTOPE STABLE. CECI PERMET DE MESURER DIRECTEMENT LA DIGESTIBILITÉ RÉELLE DES PROTÉINES CONSOMMÉES.

SI ON NE TIENT PAS COMPTE DES PERTES ENDOGÈNES, ON MESURE ALORS LA "DIGESTIBILITÉ APPARENTE".

CETTE MESURE EST NATURELLEMENT PLUS BASSE QUE LA DIGESTIBILITÉ VRAIE OU RÉELLE, CAR ELLE INCLUT LES PERTES INTERNES D'AZOTE.



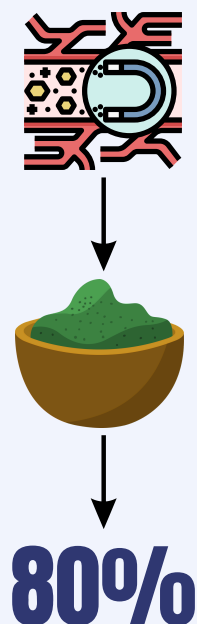
CHEZ LE PORC, ON DISPOSE DE NOMBREUSES DONNÉES SUR LA DIGESTIBILITÉ ILÉALE DES ACIDES AMINÉS INDIVIDUELS.

CES DONNÉES SONT RARES CHEZ L'HOMME (1 SEULE ÉTUDE)

POUR ÉVITER D'UTILISER UNE SONDE INVASIVE, UNE NOUVELLE MÉTHODE UTILISANT DES MULTIMARQUEURS A ÉTÉ DÉVELOPPÉE.

CETTE MÉTHODE CONSISTE EN L'ADMINISTRATION D'UNE PROTÉINE DONT ON SOUHAITE DÉTERMINER LA BIODISPONIBILITÉ, MARQUÉE INTRINSÈQUEMENT PAR UN ISOTOPE STABLE (COMME LE 2H), AINSI QUE D'UNE PROTÉINE À DIGESTIBILITÉ CONNUE MARQUÉE PAR UN AUTRE ISOTOPE (COMME LE 13C).

POUR UN ACIDE AMINÉ SPÉCIFIQUE, LE RAPPORT ENTRE CES DEUX ISOTOPES DANS L'ALIMENT ET DANS LE SANG INDIQUE LA BIODISPONIBILITÉ RELATIVE DE L'ACIDE AMINÉ TESTÉ.



TEST D'UNE MÉTHODE POUR IDENTIFIER **UNE MALABSORPTION PROTÉIQUE** CHEZ DES PATIENTS ATTEINTS DE MUCOVISCIDOSE.

ILS ONT UTILISÉ LA SPIRULINE, MARQUÉE AVEC ^{15}N , ET LA PHÉNYLALANINE 2H , PRÉSUMÉE ENTIÈREMENT DIGESTIBLE.

LES RÉSULTATS ONT MONTRÉ UNE MALABSORPTION DE LA SPIRULINE ET **UNE ABSORPTION DE SEULEMENT 80 % CHEZ LES INDIVIDUS SAINS.**

RÉCEMMENT, CETTE APPROCHE A ÉTÉ ADAPTÉE POUR EXAMINER LA BIODISPONIBILITÉ DES ACIDES AMINÉS DE DIFFÉRENTES SOURCES PROTÉIQUES, EN UTILISANT CETTE FOIS LA SPIRULINE MARQUÉE AVEC ^{13}C COMME TRACEUR.

MÉTHODE MOINS INVASIVE, MAIS CEPENDANT TRÈS EXIGEANTE ET EST ENCORE INCERTAINES NOTAMMENT DÙ À L'ABSENCE DE VALIDATION INTERNE AVEC UNE MÉTHODE DE RÉFÉRENCE ET LA NÉCESSITÉ DE CORRECTIONS INTERMÉDIAIRES.

COMME LE SOULIGNE LES ÉTUDES : (61,62,63,64,65)

LA CAPTATION ET L'UTILISATION DES ACIDES AMINÉS UNE FOIS ABSORBÉS PAR L'ORGANISME SONT ESSENTIELLES À LA SYNTHÈSE PROTÉIQUE

CELA ASSURE LE RENOUVELLEMENT DES PROTÉINES CORPORELLES.

POUR ÉVALUER CETTE UTILISATION, DES INDICATEURS TELS QUE LA RÉTENTION AZOTÉE ET LA VALEUR BIOLOGIQUE SONT EMPLOYÉS.

COMME LE SOULIGNE LES ÉTUDES : (66 / 67 / 68)

RÉTENTION AZOTÉE	C'est une mesure de l'utilisation des protéines par le corps, mesurée à partir des pertes d'azote dans l'urine sur une période de 1 jour à plusieurs jours. Les protéines marquées au ^{15}N sont mesurées après un repas, et les résultats sont exprimés en Utilisation Protéique Nette (UPN), Utilisation Postprandiale Protéique Nette (UPPN), ou Valeur Biologique (VB) en fonction de l'azote ingéré ou absorbé.
FACTEURS AFFECTANT LA CAPTATION	C'est une mesure de l'utilisation des protéines par le corps, mesurée à partir des pertes d'azote dans l'urine sur une période de 1 jour à plusieurs jours. Les protéines marquées au ^{15}N sont mesurées après un repas, et les résultats sont exprimés en Utilisation Protéique Nette (UPN), Utilisation Postprandiale Protéique Nette (UPPN), ou Valeur Biologique (VB) en fonction de l'azote ingéré ou absorbé.

PROFIL AA & EFFICACITÉ

La composition en acides aminés d'une protéine alimentaire influence sa capacité à contribuer à la synthèse protéique.

Par exemple, le gluten, avec son déficit en lysine, présente une UPPN de 65%, alors que la caséine ou la viande est à 73%.

Une vitesse de digestion différente peut également affecter l'efficacité. Une protéine à digestion lente comme la caséine est mieux utilisée que le lactosérum, à digestion rapide.

IMPACT & VITESSE DE DIGESTION

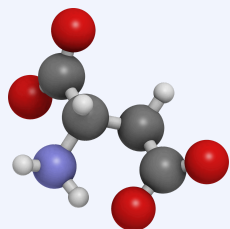
Le lactosérum est riche en acides aminés essentiels et contient beaucoup de leucine (acide aminé stimulant l'anabolisme protéique). Sa rapide digestion conduit à une moindre rétention.

Ceci est dû à une production accrue d'urée lors d'un afflux massif d'acides aminés au foie.



IL COMPARE LA TENEUR EN CHAQUE ACIDE AMINÉ INDISPENSABLE D'UNE PROTÉINE PAR RAPPORT AUX BESOINS DE L'ORGANISME POUR CE MÊME ACIDE AMINÉ.

SI LA PROTÉINE ALIMENTAIRE CONTIENT TOUS LES ACIDES AMINÉS INDISPENSABLES EN QUANTITÉ ADÉQUATE OU EN EXCÈS PAR RAPPORT AUX BESOINS, SON SCORE SERA PROCHE DE 1 OU SUPÉRIEUR. SI UN OU PLUSIEURS ACIDES AMINÉS SONT INSUFFISANTS, LE SCORE SERA INFÉRIEUR À 1.



LA FAO, EN 2007, A RÉÉVALUÉ ET VALIDÉ TROIS PROFILS DE BESOINS EN ACIDES AMINÉS DISTINCTS :

POUR LES NOURRISSONS, LES ENFANTS EN ÂGE PRÉSCOLAIRE ET LES INDIVIDUS DE PLUS DE 5 ANS.

PD-CAAS

PROTEIN DIGESTIBILITY CORRECTED
AMINO ACID SCORE

PROPOSÉ PAR LA FAO EN 1990. CET INDICE CORRIGE LE SCORE CHIMIQUE EN FONCTION DE LA DIGESTIBILITÉ GLOBALE DE LA PROTÉINE.

LE PD-CAAS EST LIMITÉ À UN MAXIMUM DE 1.

IL DÉPEND PRINCIPALEMENT DE LA COMPOSITION EN ACIDES AMINÉS DE LA PROTÉINE, MAIS SA VALEUR PEUT VARIER EN FONCTION DE LA MÉTHODE UTILISÉE POUR MESURER LA DIGESTIBILITÉ.

DI-AAS

DIGESTIBLE INDISPENSABLE AMINO
ACID SCORE

EN 2011, LA FAO A SUGGÉRÉ DE REMPLACER LE PD-CAAS PAR LE DIAAS POUR PRENDRE EN COMPTE LA DIGESTIBILITÉ INDIVIDUELLE DE CHAQUE ACIDE AMINÉ.

CONTRAIREMENT AU PD-CAAS QUI ÉVALUE LA DIGESTIBILITÉ GLOBALE DE LA PROTÉINE, LE DIAAS ÉVALUE LA DIGESTIBILITÉ DE CHAQUE ACIDE AMINÉ.

CEPENDANT, DÉTERMINER LE DIAAS EST COMPLEXE EN RAISON DES DÉFIS ASSOCIÉS À LA MESURE DE LA DIGESTIBILITÉ AU NIVEAU ILÉAL.

LES CONCEPTS FONDAMENTAUX UTILISÉS POUR ÉVALUER LA QUALITÉ DES PROTÉINES N'ONT PAS RADICALEMENT CHANGÉ DEPUIS LES ANNÉES 1990.

MAIS LES MÉTHODES ET INDICES ONT ÉVOLUÉ POUR RÉPONDRE À UNE COMPRÉHENSION PLUS NUANCÉE DES BESOINS NUTRITIONNELS



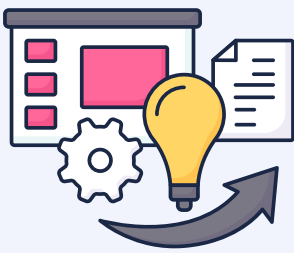
LA FAO A RÉVISÉ CES PROFILS EN 2007 POUR REFLÉTER DE MANIÈRE PLUS PRÉCISE LES BESOINS EN ACIDES AMINÉS DE DIFFÉRENTS GROUPES D'ÂGE.

PD-CAAS
PROTEIN DIGESTIBILITY CORRECTED
AMINO ACID SCORE



DI-AAS
DIGESTIBLE INDISPENSABLE
AMINO ACID SCORE

LE PASSAGE DU PD-CAAS AU DIAAS A ÉTÉ UNE ÉTAPE MAJEURE, CETTE DIFFÉRENCIATION EST CRUCIALE CAR TOUS LES ACIDES AMINÉS NE SONT PAS ÉGALEMENT DIGESTIBLES.



MÉTHODOLOGIE

LES AVANCÉES EN SCIENCE ET TECHNOLOGIE ONT PERMIS D'AFFINER LES MÉTHODES UTILISÉES POUR ÉVALUER LA DIGESTIBILITÉ ET LA QUALITÉ DES PROTÉINES.

PAR EXEMPLE, L'UTILISATION D'ISOTOPES STABLES POUR SUIVRE LA DIGESTIBILITÉ DES PROTÉINES ET DES ACIDES AMINÉS EST UNE AVANCÉE QUI OFFRE UNE PRÉCISION ACCRUE PAR RAPPORT AUX MÉTHODES ANTÉRIEURES.

MALGRÉ CES ÉVOLUTIONS, IL EST CRUCIAL DE RECONNAÎTRE QUE CES INDICES ET MÉTHODES SONT TOUJOURS EN DÉVELOPPEMENT.

LA NUTRITION EST UN DOMAINE COMPLEXE, ET BIEN QUE CES OUTILS NOUS AIDENT À COMPRENDRE LA QUALITÉ DES PROTÉINES, ILS NE CAPTURENT PAS ENTIÈREMENT LA DYNAMIQUE COMPLEXE DE LA DIGESTION, DE L'ABSORPTION, ET DE L'UTILISATION DES PROTÉINES PAR LE CORPS HUMAIN.

IL EST DONC ESSENTIEL DE CONTINUER À RECHERCHER ET À DÉVELOPPER DE NOUVELLES MÉTHODES ET APPROCHES POUR ÉVALUER AU MIEUX LA QUALITÉ PROTÉIQUE.



QUANTITÉ JOURNALIÈRE **OPTIMALE PAR PROFIL DE SANTÉ**

QUANTITÉ JOURNALIÈRE OPTIMALE POUR PERSONNE EN BONNE SANTÉ / ADULTE SÉDENTAIRE.

Étude: 69 / 70 / 71 / 72 / 73 / 74 / 75 / 76 / 77



“ Pour les adultes, l'ANSES et l'AFSA recommandent et considèrent que la référence nutritionnelle en protéines pour des adultes en bonne santé (ici on parle du minimum syndical pour être considéré comme en bonne santé) se situe aux alentours des 0,83 grammes de protéines par kilos de poids corporel. ”



“ Pour les adultes, l'Apport Journalier Recommandé (AJR) en protéines aux États-Unis est de 0,8 g/kg. Cependant, une analyse statistique plus appropriée des données utilisées pour établir l'AJR suggère que ce chiffre devrait être plus élevé : 1,0 g/kg. ”

Populations	ANC 2001 (Martin et al., 2001) (g.kg ⁻¹ .j ⁻¹)	Propositions Afssa 2007		
		Besoin en protéines (g.kg ⁻¹ .j ⁻¹)	Apport nutritionnels conseillés (g.kg ⁻¹ .j ⁻¹)	Prévalence d'inadéquation (i.e. d'apports insuffisants)
Nourrissons (0-3 ans)	0,94 - 2,60	0,76-1,80	0,94-2,60*	0 %
Enfant (4-10 ans)	0,85 - 0,90**	0,68 – 0,72	0,85-0,90	0%
Adolescents (11-18 ans)	0,78 - 0,90**	0,63 – 0,72	0,78 – 0,90	2-7 % (filles)
Adultes	0,80	0,66	0,83	0,2 % (femmes)
Femmes enceintes	0,78 – 0,95	0,65 – 0,73	0,82 - 1 ***	ND
Femmes allaitantes	1	0,8	1,1***	ND
Personnes âgées (> 60 ans)	1,0	0,8	1,0	3 – 5 %
Sportifs d'endurance	1,50 – 1,70	1,0 – 1,1	1,2 – 1,4****	ND
Sportifs de force	1,00 – 1,2	1,1 – 1,2	1,3 – 1,5****	ND

ND : non déterminé

* Les apports nutritionnels conseillés sont de 10 g.j⁻¹ pour les enfants de 0 à 2 ans et de 12 g.j⁻¹ au cours de la 3^e année.

** Des ANC pour les enfants et adolescents sportifs de haut niveau de performance ont été déterminés (Vidailhet et al., 2004) : entre 1,05 et 1,16 g.kg⁻¹.j⁻¹ pour les garçons sportifs de 6 à 18 ans, et entre 1,05 et 1,1 g.kg⁻¹.j⁻¹ pour les filles sportives entre 6 et 18 ans (voir le chapitre X pour plus de détails).

*** Les apports nutritionnels conseillés, compris entre 0,82 à 1 g.kg⁻¹.j⁻¹, atteignent 60 g.j⁻¹ au 3^e trimestre de la grossesse et sont de l'ordre de 65 g.j⁻¹ pendant les premiers mois d'allaitement (pour une femme de 60 kg).

**** Comparativement aux ANC publiés en 2001, les estimations des besoins et les valeurs d'apport nutritionnel conseillé ont été ré-évaluées, tenant compte de travaux récents (Tarnopolsky, 2004, Phillips, 2004).



L'AJR EN PROTÉINES N'INDIQUE PAS UNE CONSOMMATION IDÉALE, MAIS PLUTÔT LA CONSOMMATION MINIMALE NÉCESSAIRE POUR PRÉVENIR LA MALNUTRITION.

IL A ÉTÉ DÉTERMINÉ À PARTIR D'ÉTUDES DE BILAN AZOTÉ.

CELA EXIGE DES RÉGIMES EXPÉRIMENTAUX DE PLUSIEURS SEMAINES, PERMETTANT AINSI AU CORPS DE S'ADAPTER EN RÉDUISANT DES PROCESSUS NON ESSENTIELS À LA SURVIE, COMME LE RENOUVELLEMENT DES PROTÉINES ET LA FONCTION IMMUNITAIRE POUR UNE SANTÉ OPTIMALE.

MÉTHODE TRADITIONNELLE



RÉSULTAT LENT

*AVANCÉE IMPORTANTE DANS L'ÉVALUATION
DES BESOINS EN PROTÉINES !*

LA TECHNIQUE DE L'OXYDATION
DES ACIDES AMINÉS
INDICATEURS (IAAO)



RÉSULTAT RAPIDE



SELON LES ÉTUDES UTILISANT L'IAAO, UNE AJR D'ENVIRON 1,2 G/KG POURRAIT ÊTRE PLUS APPROPRIÉE POUR LES ADULTES, CE QUI EST PLUS ÉLEVÉ QUE CE QUE DE NOMBREUSES RECOMMANDATIONS SUGGÈRENT ACTUELLEMENT.

CELA SUGGÈRE QUE LES BESOINS PROTÉIQUES DE BASE POURRAIENT ÊTRE SOUS-ESTIMÉS.



LES PROTÉINES ONT UN RÔLE PROTECTEUR POUR LA MASSE MAIGRE.
DANS L'ESSAI CONTRÔLÉ RANDOMISÉ CITÉ PRÉCÉDEMMENT, IL A ÉTÉ REMARQUÉ QU'UN APPORT EN PROTÉINE PROCHE DE L'AJR AVAIT CONDUIT À UNE PERTE MINEURE DE MASSE MAIGRE.

CELA SUGGÈRE QUE LES PROTÉINES ONT UN RÔLE ESSENTIEL DANS LA PROTECTION ET PEUT-ÊTRE DANS L'AUGMENTATION DE LA MASSE MUSCULAIRE MAIGRE, SURTOUT DANS UN CONTEXTE HYPERCALORIQUE.



IL A ÉTÉ CONSTATÉ DES AVANTAGES À AUGMENTER L'APPORT EN PROTÉINES JUSQU'À ENVIRON 1,8 G/KG.

MANGER AU-DELÀ DE CETTE QUANTITÉ N'APPORTE PAS D'AVANTAGES SUPPLÉMENTAIRES SIGNIFICATIFS POUR LA COMPOSITION CORPORELLE.

À MOINS QU'IL Y AIT D'AUTRES FACTEURS EN JEU, COMME UNE ACTIVITÉ PHYSIQUE INTENSE OU UNE TENTATIVE DE PERTE DE POIDS.

ANALYSE D'ÉTUDES

Extrait de Bray GA, Smith SR, de Jonge L, Xie H, Rood J, Martin CK, Most M, Brock C, Mancuso S, Redman LM
Effect of dietary protein content on weight gain, energy expenditure, and body composition during
overeating: a randomized controlled trial. JAMA. (2012 Jan 4) - (77).

DES DONNÉES COMPLÉMENTAIRES SUGGÉRANT QUE L'APPORT CONSEILLÉ EN PROTÉINES (RDA) ACTUEL POURRAIT ÊTRE INSUFFISANT SONT ISSUES D'UNE ÉTUDE RANDOMISÉE ET CONTRÔLÉE.

CETTE ÉTUDE A CONFINÉ DES ADULTES SAINS ET NON ACTIFS DANS UNE UNITÉ MÉTABOLIQUE DURANT 10 À 12 SEMAINES.



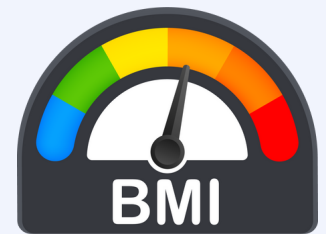
25 hommes (n=16)
et femmes (n=9)



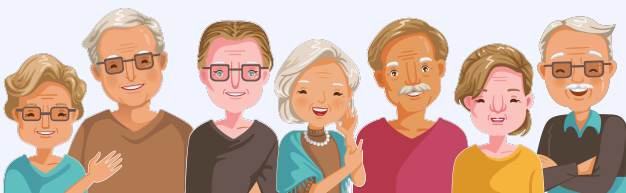
En santé



18-35 ans



Imc 19-30



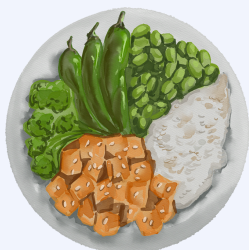
7 blancs non hispaniques, 16 noirs et 2 asiatiques



Alcool / caféine interdit



Vivent en residence



Tous repas fournis /
excédent calorique



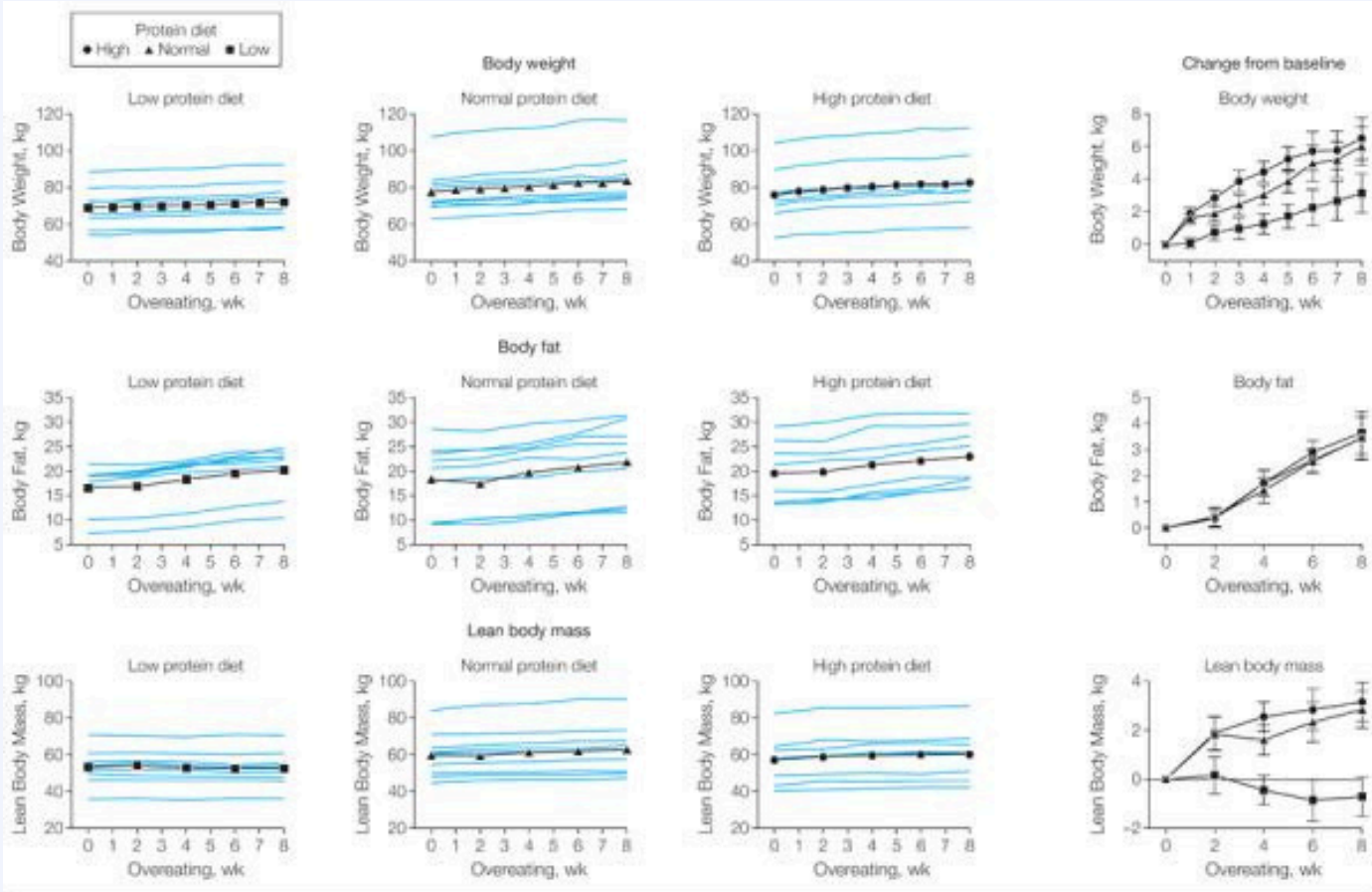
Paie en fonction de la
durée/séjour dans l'unité
métabolique



Sans programmes
d'exercices prescrits

RÉSULTATS

	GROUPE 1	GROUPE 2	GROUPE 3
% APPORT PROTÉINES / TOTAL CALORIQUE	5%	15%	25%
LES RÉGIMES FOURNISSAIENT 954 KCAL/JOUR D'APPORT SUPPLÉMENTAIRE -> 40% DE CALORIES EN PLUS QUE CE DONT ILS AVAIENT BESOIN POUR MAINTENIR LEUR POIDS CHAQUE GROUPE AVAIT UN EXCÉDENT CALORIQUE ÉQUIVALENT			
DERNIER JOUR : RETOUR À 15% DE PROTÉINES, 25% DE LIPIDES ET 60% DE GLUCIDES (MAINTENANCE CALORIQUE)			
RÉSULTATS	LÉGÈRE PERTE DE MASSE MAIGRE (NON SIGNIFICATIVE)	AUCUNE DIFFÉRENCE POUR LE TAUX DE MASSE GRASSE ET DE MASSE MAIGRE	



The blue horizontal lines indicate individual participants. The error bars in the change from baseline graphs indicate 95% confidence intervals.

LA FIN D'UN MYTHE

ON VOIT DE MANIÈRE ÉVIDENTE QU'IL N'Y A AUCUNE DIFFÉRENCE SIGNIFICATIVE ENTRE UNE DIÈTE MOYENNE EN PROTÉINES (ENVIRON 1,8 G/KG/PDC) ET UNE DIÈTE HYPERPROTÉINÉE (ENVIRON 3 G/KG/PDC).

CELA SIGNIFIE SIMPLEMENT QUE, CONTRAIREMENT À LA CROYANCE POPULAIRE, LA PRISE DE MUSCLE ET LA PERTE DE POIDS NE SONT PAS EXCLUSIVEMENT INFLUENCÉES PAR LA QUANTITÉ DE PROTÉINES CONSOMMÉES.

DANS LE MONDE DU BODY DE MANIÈRE GÉNÉRALE, BEAUCOUP DE PRÉPARATEURS / COACHS / ATHLÈTES OU PRATIQUE DE MUSCULATION NE JURENT QUE PAR UNE DIÈTE TRÈS RICHES EN PROTÉINES.

IL EST TRÈS COURANT DE VOIR DES DIÈTES À 2,5 G / 3 G DE PROTÉINES + PAR KILOS / PDC ET MÊME PLUS.

LE RAISONNEMENT DERRIÈRE CES PRATIQUES ?

« MAXIMISER LA PRISE DE MUSCLE » CAR IL Y AVAIT UTILISATION DE CHIMIE.

BEAUCOUP DE PRÉPARATEURS SAVENT ET COMPRENNENT QUE :

“L'UTILISATION DE CHIMIE AMÉLIORE LA SYNTHÈSE PROTÉIQUE”

ILS PARTENT DONC DU PRINCIPE QU'IL FAUT APPORTER PLUS, POUR OBTENIR PLUS.

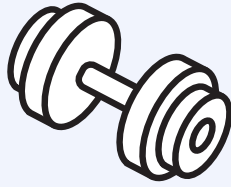
NOUS VERRONS QUE LA RÉALITÉ EST LÉGÈREMENT “PLUS SUBTILE” QUE CELA.

LA QUANTITÉ « CONSEILLÉE » POUR LES ADULTES EN BONNE SANTÉ ET CONSIDÉRÉS COMME ÉTANT SÉDENTAIRES SE SITUE ENTRE 1,2 G PAR KILO DE PDC À 1,8 G DE PROTÉINES PAR KILO DE PDC.

QUANTITÉ JOURNALIÈRE OPTIMALE POUR PERSONNE ATHLÈTES « NATUREL »

Étude : 78 / 79 / 80 / 81 / 82 / 83

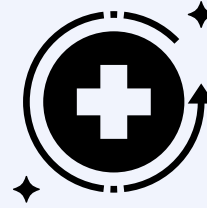
LES BESOINS PROTÉIQUES VARIENT EN FONCTION DE :



ENTRAÎNEMENT



OBJECTIF



RÉCUPÉRATION

LES ATHLÈTES CHERCHANT À GAGNER DE LA MASSE MUSCULAIRE OU SE RÉTABLIR D'UNE BLESSURE POURRAIENT NÉCESSITER UN APPORT PROTÉIQUE ENCORE PLUS ÉLEVÉ

RAPPELONS QUE LES PROTÉINES SONT ESSENTIELLES POUR LA RÉPARATION ET LA CONSTRUCTION DES TISSUS, SOUTENIR L'IMMUNITÉ ET FOURNIR DE L'ÉNERGIE LORS DES ENTRAÎNEMENTS PROLONGÉS

IL EST ESSENTIEL D'ÉQUILIBRER L'APPORT PROTÉIQUE AVEC LES GLUCIDES ET LES GRAISSES POUR UNE PERFORMANCE / RÉCUPÉRATION OPTIMALE.

EN OUTRE, LA QUALITÉ DES PROTÉINES CONSOMMÉES AINSI QUE LE MOMENT DE LEUR CONSOMMATION PEUVENT JOUER UN RÔLE SIGNIFICATIF DANS LES AVANTAGES QU'ELLES APPORTENT.

L'AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE & ACADEMY OF NUTRITION AND DIETETICS ET LES DIETITIANS OF CANADA

CONSEILLE 1,2 À 2 GR/KG

MEILLEURE
RÉCUPÉRATION
POST EXERCICE

SOUTENIR LA
CROISSANCE
MUSCULAIRE

MAINTENIR
LA MASSE
MUSCULAIRE

RECOMMANDATION SIMILAIRE AVEC L'ISSN.
PRÉCONISATION 1,4 À 2,0 GR/KG DE POIDS DE CORPS
EN PROTÉINES

SI APPORTS CALORIQUES
APPROPRIÉS

SELON IAAO

SPORTIVES

SPORTIFS ENDURANCE

CULTURISTES AMATEURS

1,4 à 1,7 g/kg

2,1 à 2,7 g/kg

1,7 à 2,2 g/kg

Des apports en protéines accrues ne montrent pas de conséquences défavorables et n'amènent pas d'effets positifs supplémentaires pour des individus en bonne santé. La fourchette de l'ISSN, de 1,4 à 2,2 g/kg, est souvent adaptée pour les athlètes et les adultes actifs.

QUANTITÉ JOURNALIÈRE OPTIMALE POUR PERSONNES / ATHLÈTES UTILISANT DES ANABOLISANTS

Étude: 194 / 195 / 196 / 197 / 198 / 199 / 200 / 201 / 202 / 203 / 204 / 205



DANS LE CONTEXTE DE L'UTILISATION DE STÉROÏDES ANABOLISANTS PAR DES SPORTIFS, IL EST ESSENTIEL DE COMPRENDRE LES EFFETS DE CES SUBSTANCES SUR LA SYNTHÈSE DES PROTÉINES MUSCULAIRES.

PLUSIEURS ÉTUDES ONT CONCLU QUE L'INJECTION DE TESTOSTÉRONE INDUIT UNE AUGMENTATION SIGNIFICATIVE DE LA SYNTHÈSE NETTE DES PROTÉINES MUSCULAIRES.

CE PHÉNOMÈNE REVÊT UNE IMPORTANCE PHYSIOLOGIQUE MAJEURE, CAR IL CONTRIBUE À AMÉLIORER LA BALANCE PROTÉIQUE MUSCULAIRE, RÉDUISANT AINSI LE CATABOLISME ET FAVORISANT UN EFFLUX NET D'ACIDES AMINÉS LORS DU JEÛNE

LA SYNTHÈSE PROTÉIQUE MUSCULAIRE STIMULÉE PAR LES STÉROÏDES ANABOLISANTS EST CRUCIALE POUR LA CROISSANCE MUSCULAIRE ET LA PRÉVENTION DU CATABOLISME.

CEPENDANT



L'AUGMENTATION DE LA SYNTHÈSE PROTÉIQUE DANS LES MUSCLES SQUELETTIQUES NE SEMBLE PAS DÉCOULER D'UNE AUGMENTATION DU TRANSPORT TISSULAIRES DES ACIDES AMINÉS



MAIS PLUTÔT À UNE RÉUTILISATION ACCRUE DES ACIDES AMINÉS INTRACELLULAIRES.

CETTE OBSERVATION RÉVÈLE UNE DIMENSION IMPORTANTE DE L'UTILISATION DE STÉROÏDES ANABOLISANTS PAR LES SPORTIFS.

LE BUT RECHERCHÉ PAR CES ATHLÈTES EST GÉNÉRALEMENT D'AUGMENTER LEUR MASSE MUSCULAIRE ET LEUR FORCE.

L'EFFET POSITIF SUR LA SYNTHÈSE DES PROTÉINES MUSCULAIRES REPRÉSENTE UN MOYEN CLÉ D'ATTEINDRE CET OBJECTIF.

EN RENFORÇANT LA SYNTHÈSE DES PROTÉINES, LES STÉROÏDES ANABOLISANTS PEUVENT AIDER À CONTRER LA DÉGRADATION MUSCULAIRE ET À FAVORISER LA CROISSANCE MUSCULAIRE.

IL EST ESSENTIEL DE SOULIGNER QUE L'AMÉLIORATION DE LA SYNTHÈSE DES PROTÉINES MUSCULAIRES NE SIGNIFIE PAS NÉCESSAIREMENT UNE AMÉLIORATION DU TRANSPORT DES ACIDES AMINÉS VERS LES CELLULES MUSCULAIRES.

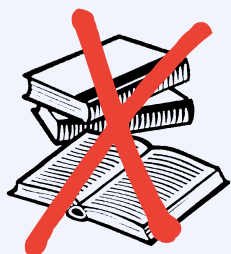
Cette nuance souligne l'importance de considérer ces mécanismes lors de la planification de l'apport protéique pour les athlètes utilisant des stéroïdes anabolisants.



LES ÉTUDES SUR L'UTILISATION DES STÉROÏDES SONT LIMITÉES EN RAISON DE LEUR STATUT ILLÉGAL ET DE QUESTIONS ÉTHIQUES.

LES DOSAGES DE PROTÉINES DANS CES ÉTUDES VARIENT DE 1,5 G/KG À 3 G/KG.

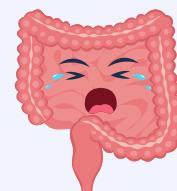
Cependant, l'augmentation de la synthèse protéique ne justifie pas nécessairement des apports massifs en protéines.



IL N'Y A PAS D'ÉTUDE DÉFINISSANT LA QUANTITÉ OPTIMALE DE PROTÉINES POUR LES UTILISATEURS D'ANABOLISANTS.

EN RAISON DU CONTEXTE PHYSIOLOGIQUE, UNE CONSOMMATION DE 2,0 G/KG À 2,5 G/KG PEUT ÊTRE ENVISAGÉE.

10% DES PROTÉINES INGÉRÉES NE SONT PAS DIGÉRÉES ET PEUVENT SUBIR UNE DÉGRADATION INTESTINALE, PAR LE BIAIS DE PROCESSUS TELS QUE LA PROTÉOLYSE ET LA FERMENTATION BACTÉRIENNE DANS LE CÔLON GAUCHE.



LE MICROBIOTE INTESTINAL DES SPORTIFS PRÉSENTE INÉVITABLEMENT PLUSIEURS MÉTABOLITES RÉSULTANT DE LA FERMENTATION DES PROTÉINES, TELS QUE LES ACIDES GRAS À CHAÎNE COURTE (AGCC) ET L'INDOLE, QUI SONT RECONNUS POUR LEURS EFFETS BÉNÉFIQUES, NOTAMMENT L'AMÉLIORATION DE L'INTÉGRITÉ INTESTINALE ET L'EFFET ANTI-INFLAMMATOIRE.

CEPENDANT, D'AUTRES MÉTABOLITES TELS QUE L'AMMONIAC ET LE P-CRÉSOL SONT ÉGALEMENT PRÉSENTS, ET CES DERNIERS SONT CONNUS POUR LEURS EFFETS NÉFASTES, NOTAMMENT LA DIMINUTION DE L'INTÉGRITÉ DE L'ÉPITHÉLIUM INTESTINAL.



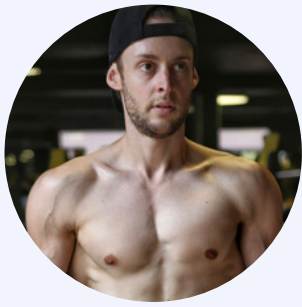
IL EST DONC ÉVIDENT QU'UN EXCÈS DE PROTÉINES PEUT FINALEMENT CONDUIRE À UNE CONCENTRATION EXCESSIVE DE MÉTABOLITES PROTÉOLYTIQUES.

CELA PEUT DÉPASSER LA CAPACITÉ DE L'ORGANISME À LES ASSIMILER, LES TRANSFORMER OU LES DÉTOXIFIER.

DES CONSÉQUENCES POTENTIELLEMENT NUISIBLES POUR LE CÔLON ET LA SANTÉ GLOBALE DE L'ATHLÈTE PEUVENT ÊTRE CONSTATÉES.

DANS CE CONTEXTE, LA SUPPLÉMENTATION ANARCHIQUE EN ACIDES AMINÉS, COMME ON PEUT L'OBSERVER CHEZ CERTAINS SPORTIFS, PEUT ÊTRE PRÉJUDICIABLE. UNE CONSOMMATION EXCESSIVE DE TAURINE PEUT AUGMENTER LA PRODUCTION D'ACIDE TAUROCHOLIQUE, D'ACIDE DÉSOXYCHOLIQUE ET DE SULFURE D'HYDROGÈNE, CE QUI PEUT POTENTIELLEMENT ACCROÎTRE LE RISQUE DE CANCER COLORECTAL.

Cependant, le manque de données scientifiques dans la population sportive limite la compréhension de ces associations pathogènes.



@NEVINGL

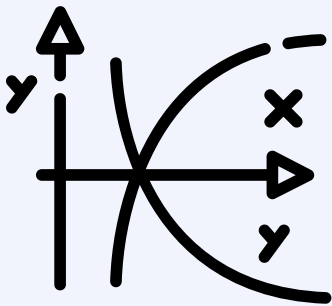
NEVIN BARNETT

(Fitness Éducateur & co-fondateur bayesian)



JE CONSEILLE PLUTÔT D'AUGMENTER L'APPORT EN PROTÉINES POUR LES ATHLÈTES SOUS CHIMIE PARCE QUE LA SYNTHÈSE PROTÉIQUE EST PLUS GRANDE DONC LE BESOIN EST EN THÉORIE PLUS GRAND.

EN GUISE DE LIGNE DIRECTRICE, VOUS POUVEZ ESTIMER PAR QUEL FACTEUR LA CROISSANCE MUSCULAIRE DE QUELQU'UN DÉPASSERA CELLE D'UN PRATIQUANT NATUREL



PRENEZ ALORS LE LOGARITHME (UN INDICATEUR UTILISÉ FRÉQUEMMENT PAR LES STATISTICIENS POUR CARACTÉRISER UNE COURBE DE RÉPONSE DOSE-EFFET INCONNUE AVEC DES RENDEMENTS DÉCROISSANTS)



UTILISEZ CELA, PLUS 1, COMME UN COEFFICIENT POUR MULTIPLIER L'APPORTS EN PROTÉINES

EXEMPLE



POUR UN INDIVIDU QUI DEVRAIT CROITRE 5 FOIS PLUS VITE QU'UN INDIVIDU NATUREL, VOUS POUVEZ PRESCRIRE UN APPORT DE PROTÉINES DE :

$$1.8 \text{ G/KG} * (1 + \text{LOG}(5)) = 3 \text{ G/KG.}$$

POUR UNE CROISSANCE DEUX FOIS PLUS RAPIDE, L'APPORT EN PROTÉINES DEVRAIT ÊTRE DE 2.3 KG/JOUR

ANALYSE D'ÉTUDES

SELON UNE ÉTUDE RÉCENTE, LA SUPPLÉMENTATION EN PROTÉINES, CHEZ DES TRAILEURS (COUREURS DE FOND EN MILIEU NATUREL) SUR 10 SEMAINES A ÉTÉ ASSOCIÉE À DES MODIFICATIONS SIGNIFICATIVES DU MICROBIOTE INTESTINAL

GROUPE 1



10 G DE WHEY ET 10 G
D'HYDROLYSAT DE BŒUF

GROUPE 2



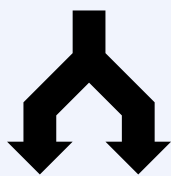
PLACEBO

CELA S'EST TRADUIT PAR UNE DIMINUTION DES GENRES BACTÉRIENS QUI SONT GÉNÉRALEMENT CONSIDÉRÉS DÉFAVORABLES POUR LA SANTÉ (GROUPE 1)

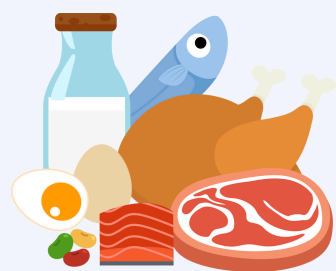
- LACHNOSPIRACEAE
- ROSEBURIA
- BLAUTIA
- SYNERGISTALES
- COPROCOCCUS
- LACTOBACILLALES
- BACILLI
- BIFIDOBACTERIUM LONGUM

Toutefois, cette étude n'a pas montré un changement dans la production des métabolites bactériens libérés.

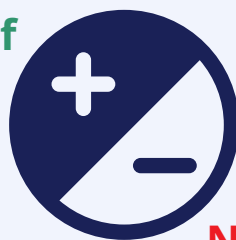
PAR CONSÉQUENT, UNE QUESTION LÉGITIME SE POSE QUANT AUX RISQUES ENCOURUS PAR LES SPORTIFS, EN PARTICULIER CEUX PRATIQUEMENT DES SPORTS DE FORCE, QUI CONSOMMENT RÉGULIÈREMENT CE TYPE DE PROTÉINES.



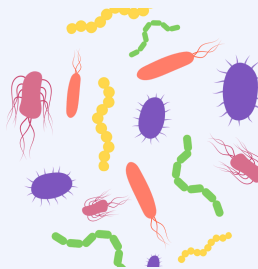
LES ÉTUDES TRANSVERSALES EXAMINANT LA RELATION SUR L'IMPACT DE L'APPORT ALIMENTAIRE SUR LE MICROBIOTE INTESTINAL DES SPORTIFS DONNENT DES RÉSULTATS DIVERGENTS.



Positif



Négatif



Apport en protéine



Impact



Microbiote



UN APPORT ADÉQUAT EN FIBRES SEMBLE ATTÉNUER LES EFFETS NÉGATIFS D'UNE CONSOMMATION ÉLEVÉE DE PROTÉINES, SURTOUT D'ORIGINE ANIMALE, SUR LA DIVERSITÉ MICROBIOTIQUE.

UNE PARTIE DE CES CONTRADICTIONS PEUT ÊTRE EXPLIQUÉE PAR LA CONSOMMATION VARIABLE DE FIBRES ALIMENTAIRES PAR LES SPORTIFS INCLUS DANS LES ÉTUDES SUSMENTIONNÉES.

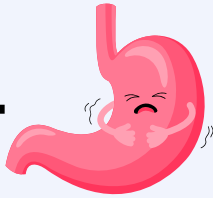
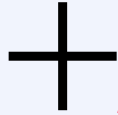
UNE ASSOCIATION POSITIVE ENTRE L'APPORT EN PROTÉINES ET LA DIVERSITÉ MICROBIOTIQUE A ÉTÉ OBSERVÉE CHEZ LES SPORTIFS QUI ATTEignent L'APPORT RECOMMANDÉ EN FIBRES.

TANDIS QU'UNE ASSOCIATION NÉGATIVE, INCLUANT UNE RÉDUCTION DE LA PRODUCTION BACTÉRIENNE EN AGCC (ACIDE GRAS À CHÂINE COURTE) A ÉTÉ RELEVÉE CHEZ LES SPORTIFS, NOTAMMENT LES BODYBILDEURS, NE CONSOMMANT PAS SUFFISAMMENT DE FIBRES.

IL SEMBLE QU'UNE CONSOMMATION ADÉQUATE DE FIBRES ALIMENTAIRES PUISSE POTENTIELLEMENT ATTÉNUER LES EFFETS DYSBIOTIQUES RÉSULTANT D'UNE CONSOMMATION EXCESSIVE DE PROTÉINES, EN PARTICULIER D'ORIGINE ANIMALE.

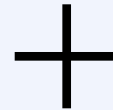
EN REVANCHE, LES PROTÉINES D'ORIGINE VÉGÉTALE, TELLES QUE CELLES PRÉSENTES DANS LES POIS ET LE HARICOT MUNGO, SEMBLANT AVOIR UN EFFET GLOBALEMENT BÉNÉFIQUE SUR LE MICROBIOTE INTESTINAL ET, PAR CONSÉQUENT, SUR LE MÉTABOLISME DE L'INDIVIDU.

CETTE INFLUENCE BÉNÉFIQUE S'EXPRIME NOTAMMENT PAR L'AUGMENTATION DES GENRES BACTÉRIENS TELS QUE LACTOBACILLUS ET BIFIDOBACTERIUM, TOUT EN RÉDUISANT LE RAPPORT FIRMICUTES/BACTEROIDETES.



CERTAINS SYSTÈMES DIGESTIFS N'ONT PAS LA CAPACITÉ DE SUPPORTER UNE FORTE CONSOMMATION EN QUANTITÉ DE PROTÉINES.

NOMBREUX SONT LES COMPÉTITEURS DANS LE MONDE DU BODYBUILDING QUI SE PLAIGNENT D'AVOIR DES PROBLÉMATIQUES DIGESTIVES.



MALGRÉ CERTAINES IDÉES PRÉCONÇUES, L'ALIMENTATION DES BODYBUILDERS N'EST PAS Saine car elle manque de variété et de diversité.

CE QUI EXPLIQUE LE FAIT QU'ILS PUISSENT RENCONTRER DES PROBLÈMES DIGESTIFS.

EN RESTANT CONSTAMMENT SUR LES MÊMES ALIMENTS, ILS LIMITENT L'EXPOSITION DE LEUR MICROBIOTE À DIFFÉRENTES SITUATIONS ALIMENTAIRES, RÉDUISANT AINSI SA CAPACITÉ À RÉPONDRE À DES SITUATIONS DIGESTIVES VARIÉES.

UNE ALIMENTATION TROP RESTREINTE EN TERMES DE SÉLECTION D'ALIMENTS PEUT RENDRE DIFFICILE LA COUVERTURE DES BESOINS EN :



MINÉRAUX



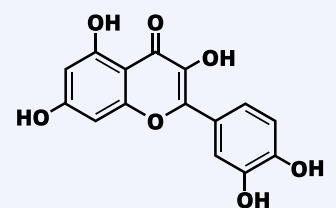
VITAMINES



FIBRES



ACIDE GRAS

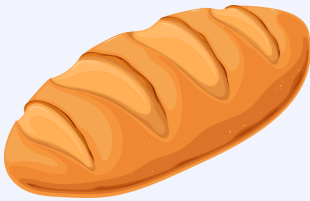


POLYPHÉNOLS

MOINS LE MICROBIOTE EST CONFRONTÉ À UNE DIVERSITÉ DE SITUATIONS ALIMENTAIRES ET DIGESTIVES, MOINS IL DÉVELOPPERA LA CAPACITÉ DE S'ADAPTER À DES CONTEXTES DIGESTIFS VARIÉS AUTRES QUE CEUX AUXQUELS IL A ÉTÉ EXPOSÉ.

EXEMPLE : LORS D'UNE SORTIE AU RESTAURANT, DES PROBLÉMATIQUES DIGESTIVES PEUVENT ÊTRE RENCONTRÉES EN RAISON DE L'INCAPACITÉ DU MICROBIOTE DE S'ADAPTER À CE GENRE DE SITUATION.

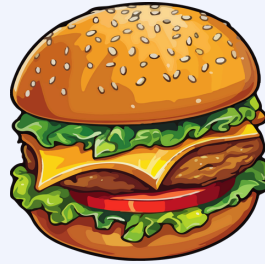
CONSOMMATION



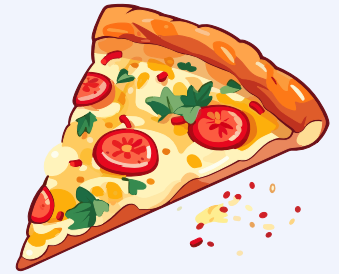
PAIN



GLACE



BURGER



PIZZA

LORSQUE NOUS FAISONS UN "ÉCART AUTORISÉ", NOUS ALLONS CHOISIR MAJORITAIREMENT DES ALIMENTS QUE NOUS NE CONSOMMONS PAS HABITUELLEMENT.

CONSÉQUENCE

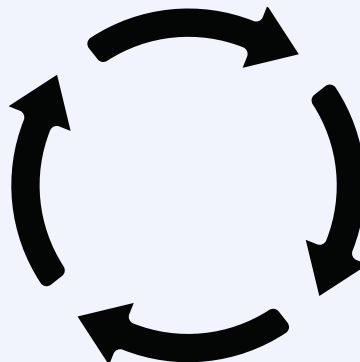


LE MICROBIOTE N'EST PAS EN CAPACITÉ DE POUVOIR ACCUEILLIR CES ALIMENTS OCCASIONNELS, CE QUI PEUT ÉVENTUELLEMENT ÊTRE UNE SOURCE DE PROBLÈMES DIGESTIFS.

PROBLÉMATIQUE DIGESTIVE

**SÉLECTION / CHOIX
D'ALIMENTS RESTREINTS**

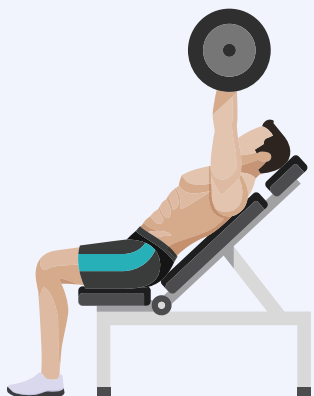
**SÉLECTION / CHOIX
D'ALIMENTS RESTREINTS**



**CAPACITÉ DIGESTIVE LIMITÉE
CHOIX D'ALIMENTS LIMITÉS**

QUANTITÉ JOURNALIÈRE OPTIMALE POUR LA PRISE DE MUSCLE

Étude: 80 / 84 / 85 / 86 / 87 / 88 / 89



LA MUSCULATION OU D'AUTRES FORMES D'ENTRAÎNEMENT EN RÉSISTANCE SONT ESSENTIELLES POUR AUGMENTER LA MASSE MUSCULAIRE.

FOURNIR AUX MUSCLES LES NUTRIMENTS NÉCESSAIRES NE SUFFIT PAS ; IL EST IMPORTANT DE LEUR APPORTER UNE STIMULATION POUR QU'ILS SE DÉVELOPPENT.



POUR OPTIMISER LA CROISSANCE MUSCULAIRE, L'APPORT RECOMMANDÉ EN PROTÉINES SE SITUE GÉNÉRALEMENT ENTRE 1,6 ET 2,4 G/KG.



SURCHARGE
PROGRESSIVE

+



SURPLUS KCAL
(370-800KCAL)

+



1,6/2,4G/KG

=



PRISE DE MASSE
MUSCULAIRE



CERTAINES ÉTUDES INDIQUENT QU'UNE CONSOMMATION PLUS ÉLEVÉE DE PROTÉINES (3,3 G/KG) POURRAIT RÉDUIRE LE GAIN DE MASSE GRASSE PAR RAPPORT À UN APPORT DE 1,6 G/KG À 2,4 G/KG, BIEN QU'UNE ÉTUDE CONTREDISE CETTE IDÉE.

IL EST ESSENTIEL DE RÉALISER QU'UN APPORT QUOTIDIEN EN PROTÉINES DE 3,3 G/KG N'ACCROÎTRA PROBABLEMENT PAS D'AVANTAGE VOTRE MASSE MUSCULAIRE PAR RAPPORT À UNE CONSOMMATION DE 1,6 À 2,4 G / KG

QUANTITÉ JOURNALIÈRE OPTIMALE POUR LA PERTE DE GRAS

Étude: 90 / 91 / 92 / 93 / 94 / 95 / 96 / 97 / 98 / 99 / 100 / 101

IL EST ESSENTIEL DE SOULIGNER QU'UN APPORT ÉQUILIBRÉ EN CALORIES (APPORT CALORIQUE DE MAINTENANCE) PEUT PERMETTRE UNE PERTE DE GRAISSE EN MODIFIANT LA RÉPARTITION DES MACRONUTRIMENTS EN FAVEUR DES PROTÉINES.

CEPENDANT, POUR UNE PERTE DE POIDS CONTINUE, UN RÉGIME HYPOCALORIQUE, CONSOMMANT MOINS DE CALORIES QUE CELLES DÉPENSÉES, EST NÉCESSAIRE.

N'OUBLIONS PAS QUE LE FACTEUR PRINCIPAL DE LA PERTE DE POIDS REPOSE SUR LE DÉFICIT CALORIQUE.

L'AUGMENTATION DE LA CONSOMMATION DE PROTÉINES CONTRIBUE À MAINTENIR LA MASSE MUSCULAIRE CHEZ CEUX QUI SUIVENT UN RÉGIME, SURTOUT CHEZ LES PERSONNES AYANT UN FAIBLE TAUX DE MASSE GRASSE.



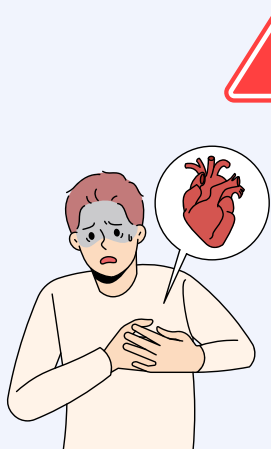
Les athlètes en restriction calorique devraient viser un apport protéinique de 1,6 à 2,4 g/kg, avec une tendance à augmenter cet apport à mesure qu'ils perdent de la masse grasse ou intensifient leur déficit calorique.

DES RECHERCHES SUGGÈRENT QUE LES ATHLÈTES MAIGRES DEVRAIENT CONSOMMER ENTRE 2,3 ET 3,1 G/KG POUR LIMITER LA PERTE DE MASSE MUSCULAIRE, CE QUI EST SOUTENU PAR L'ISSN (INTERNATIONAL SOCIETY OF SPORTS NUTRITION).



POUR LES PERSONNES EN SURPOIDS OU OBÈSES, UN APPORT QUOTIDIEN DE 1,2 À 1,5 G/KG DE PROTÉINES EST OPTIMAL POUR FAVORISER LA RÉDUCTION DE GRAISSE.

IL EST ESSENTIEL DE COMPRENDRE QUE CETTE RÉFÉRENCE EST BASÉE SUR LE POIDS TOTAL ET NON SUR LE POIDS SANS GRAISSE OU LE POIDS IDÉAL.



EN CONSIDÉRANT LES PROBLÈMES DE SANTÉ LIÉS AU SURPOIDS, IL EST PERTINENT D'AJOUTER QU'UNE ALIMENTATION RICHE EN PROTÉINES DIMINUE PLUSIEURS FACTEURS/MARQUEURS DE MALADIES CARDIAQUES :

- AMÉLIORATION DE LA COMPOSITION CORPORELLE
- AMÉLIORATION DES FONCTIONS CARDIO-VASCULAIRES
- AMÉLIORATION DU BILAN LIPIDIQUE

UNE ALIMENTATION RICHE EN PROTÉINES PERMET D'AMÉLIORER LA SENSATION DE SATIÉTÉ. CES BÉNÉFICES VARIENT EN FONCTION DE LA QUANTITÉ DE GRAISSE PERDUE ET DES INDIVIDUS.

QUANTITÉ JOURNALIÈRE OPTIMALE POUR PERSONNES ÂGÉES

Étude: 102 / 103 / 104 / 105 / 106 / 107 / 108 / 109 / 110 / 111 / 112 / 113 / 114 / 115 / 116 / 117 / 118 / 119 / 120 / 121 / 122 / 123 / 124 / 125



LA SARCOPÉNIE, UNE DIMINUTION DE LA FORCE ET DE LA MASSE MUSCULAIRE SOUVENT ACCOMPAGNÉE D'UNE BAISSSE DE LA MOBILITÉ, COMME UNE RÉDUCTION DE LA VITESSE DE MARCHÉ OU UNE FAIBLESSE DANS LA FORCE DE PRÉHENSION, EST L'UN DES PRINCIPAUX FACTEURS DE LA FRAGILITÉ LIÉE À L'ÂGE.

CETTE PATHOLOGIE, COURANTE AVEC LE VIEILLISSEMENT, ENTRAÎNE DES COMPLICATIONS TELLES QUE LA DIMINUTION DES CAPACITÉS QUOTIDIENNES, UNE PROBABILITÉ ACCRUE DE SÉJOURS EN ÉTABLISSEMENTS DE SOINS, ET DES RISQUES ACCRUS DE CHUTES, FRACTURES OU HOSPITALISATIONS.



plus de 40%



plus de 60%



plus de 50 ans



1 personne sur 10
de la vingtaine

Sarcopénie

LA CORRÉLATION ENTRE SARCOPÉNIE, FRAGILITÉ ET LES COMPLICATIONS ASSOCIÉES POURRAIT EXPLIQUER LE TAUX DE MORTALITÉ ACCRU ET LA DÉGRADATION DE LA QUALITÉ DE VIE LIÉS À LA SARCOPÉNIE.



LA DIMINUTION DE LA MASSE MUSCULAIRE AVEC L'ÂGE EST INÉVITABLE, MAIS ELLE PEUT ÊTRE INVERSÉE.



CERTAINS INDIVIDUS PLUS ÂGÉS ONT RÉUSSI À DÉVELOPPER UNE MUSCULATURE PLUS IMPOSANTE QUE LORSQU'ILS ÉTAIENT PLUS JEUNES.

CEPENDANT, AVEC LE TEMPS, IL DEVIENT PLUS DIFFICILE DE DÉVELOPPER SA MASSE MUSCULAIRE.

C'EST POUR CETTE RAISON QU'IL EST IMPORTANT D'AUGMENTER LA CONSOMMATION EN PROTÉINES AFIN DE STIMULER LA RÉGÉNÉRATION MUSCULAIRE, DE PRÉFÉRENCE AVEC UN PROGRAMME D'EXERCICES SPÉCIFIQUES.

LES RECOMMANDATIONS ACTUELLES SUGGÈRENT UN APPORT EN PROTÉINES DE 0,8 G/KG POUR LES ADULTES.

CEPENDANT, LES RECHERCHES INDIQUENT QUE 1,2 G/KG SERAIT PLUS ADÉQUAT, EN PARTICULIER CHEZ LES PERSONNES ÂGÉES.

DE PLUS, MANGER PEU DE PROTÉINES PEUT AVOIR DES CONSÉQUENCES SUR LA CONDITION PHYSIQUE.

POUR LES PERSONNES ÂGÉES, LES EXPERTS RECOMMANDENT DE CONSOMMER 1,2 À 1,5 G/KG.

IL EST IMPORTANT DE NOTER QUE BIEN QUE LES BESOINS EN PROTÉINES RESTENT SIMILAIRES POUR TOUS LES ADULTES, LES PERSONNES PLUS ÂGÉES PEUVENT AVOIR BESOIN DE QUANTITÉS PLUS IMPORTANTES À CHAQUE REPAS.

DES ÉTUDES MONTRENT QUE L'AUGMENTATION DE LA CONSOMMATION DE PROTÉINES CHEZ LES HOMMES ET LES FEMMES ÂGÉES PEUT BÉNÉFICIER À LA MASSE MUSCULAIRE ET À LA CONDITION PHYSIQUE.

Personnes âgées en bonne santé et peu actives	1,0-1,2 g/kg
Personnes âgées avec des problèmes de santé ou blessures	1,2-1,5 g/kg
Personnes âgées désirant perdre du poids	1,5-2,2 g/kg
Personnes âgées voulant gagner en masse musculaire	1,7-2,0 g/kg.

Vous avez sans doute observé que, d'après la liste mentionnée précédemment, les aînés sédentaires et en pleine forme (1,0-1,2 g/kg) requièrent moins de protéines que les adultes sédentaires du même état de santé (1,2-1,8 g/kg).

TOUS LES AÎNÉS NE SONT PAS TOUCHÉS PAR LA SARCOPÉNIE, ET TOUS LES ADULTES PLUS JEUNES NE SONT PAS ÉPARGNÉS.



POUR LES AÎNÉS ACTIFS ET EN BONNE SANTÉ, L'INTERVALLE SUGGÉRÉ EST DE 1,2 À 1,8 G/KG.



LES ADULTES D'UN CERTAIN ÂGE (50 ANS ET PLUS) DEVRAIENT VISER UN APPORT QUOTIDIEN EN PROTÉINES ENTRE 1,0 ET 2,2 G/KG, EN FONCTION DE LEUR SANTÉ ET DE LEURS OBJECTIFS.

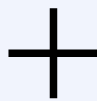
QUANTITÉ JOURNALIÈRE OPTIMALE POUR FEMME ENCEINTE

Étude: 126 / 127 / 128

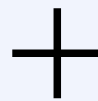
LA QUANTITÉ DE PROTÉINES CONSEILLÉE PAR JOUR (AJR) POUR LES FEMMES ENCEINTES EST DE 1,1 G/KG DE POIDS CORPOREL, EN RAISON DE TROIS FACTEURS PRINCIPAUX :



Recommandation : Adulte en santé → 1,2-1,8 g/kg



Quantité additionnelle de protéines stockées pendant la grossesse



Besoins en protéines du fœtus en croissance.

TOUTEFOIS, COMME MENTIONNÉ POUR LES FEMMES NON ENCEINTES, CET APPORT PEUT NE PAS COUVRIR TOUS LES BESOINS, ET ENCORE MOINS ÊTRE L'IDÉAL.

CEPENDANT, DES ÉTUDES S'APPUYANT SUR L'IAAO INDIQUENT QUE LES BESOINS RÉELS POURRAIENT S'ÉLEVER À 1,66 G/KG LORS DU PREMIER SEMESTRE (SEMAINES 11-20) ET 1,77 G/KG DURANT LE TROISIÈME TRIMESTRE (SEMAINES 32-38).

Une synthèse de 16 études a montré que l'augmentation de l'apport en protéines pendant la grossesse avait des bénéfices pour l'enfant :

Diminution du risque de naissance avec un poids insuffisant	34%
Réduction du risque de très faible poids à la naissance	32%
Baisse du risque de mortinatalité	38%



LES BÉNÉFICES ÉTAIENT ENCORE PLUS REMARQUABLES CHEZ LES FEMMES MAL NOURRIES PAR RAPPORT À CELLES AYANT UNE ALIMENTATION ADÉQUATE.

Notez que ces recommandations sont basées sur des femmes sédentaires attendant un seul enfant.

Donc, les femmes actives et/ou enceintes de plusieurs enfants peuvent nécessiter un apport encore plus conséquent.



IL EST ESSENTIEL DE RAPPELER QUE CES INFORMATIONS SONT BASÉES SUR DES RECHERCHES ET NE SAURAIENT REMPLACER UN AVIS MÉDICAL PERSONNALISÉ.

CONSULTEZ TOUJOURS VOTRE MÉDECIN AVANT D'AJUSTER VOTRE ALIMENTATION.



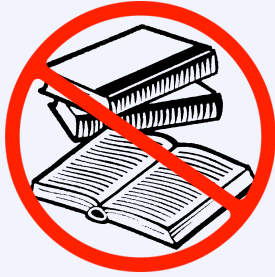
POUR LE BIEN-ÊTRE DE LA FUTURE MAMAN ET DE L'ENFANT, LES APPORTS EN PROTÉINES DEVRAIENT SE SITUER AUX ALENTOURS DE 1,7 À 1,8 G/KG DE POIDS CORPOREL.



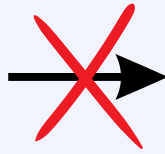
PRENDRE DES COMPLÉMENTS ALIMENTAIRES DURANT LA GROSSESSE PEUT DIMINUER CERTAINS DANGERS POUR L'ENFANT, DONT LE RISQUE DE MORTINAISSANCE, SPÉCIALEMENT CHEZ CELLES QUI SONT MAL NOURRIES.

QUANTITÉ JOURNALIÈRE OPTIMALE POUR FEMME ALLAITANTE

Étude: 2 / 129 / 130 / 131 / 132 / 133 / 134



CONCERNANT L'ALLAITEMENT ET LA LACTATION,
LES RECHERCHES SUR L'IMPACT DES BESOINS EN
PROTÉINES SONT LIMITÉES.



Les besoins en protéines des femmes allaitantes vont varier en fonction de divers facteurs :

- Volume et production de lait nécessaire pour l'enfant
- Cas de santé / Contexte physiologique de la maman
- Cas de santé / Contexte physiologique de l'enfant

La demande du bébé semble être le principal facteur influençant cette production et ces besoins.

SI L'ON SE BASE UNIQUEMENT SUR LES BESOINS PROTÉINIQUES DES ADULTES AJOUTÉS À LA QUANTITÉ DE PROTÉINES PRÉSENTE DANS LE LAIT, L'APPORT JOURNALIER RECOMMANDÉ POUR LES MÈRES ALLAITANTES EST FIXÉ À 1,3 G/KG.

TOUTEFOIS, UNE RECHERCHE A MONTRÉ QUE LA MOITIÉ DES FEMMES ALLAITANTES AYANT UN APPORT DE 1,5 G/KG AVAIENT UN BILAN AZOTÉ NÉGATIF.

UNE AUTRE ÉTUDE INDIQUE QUE LA CONSOMMATION ENTRE 1,0 ET 1,5 G/KG FAVORISE UNE RÉGULATION RAPIDE DU RENOUVELLEMENT DES PROTÉINES, CE QUI POURRAIT INDiquer UNE RÉPONSE À UN APPORT INSUFFISANT.



AINSI, VU LE MANQUE D'INFORMATIONS SUR L'IMPACT D'UN APPORT EN PROTÉINES SUPÉRIEUR À 1,5 G/KG POUR LES MÈRES ALLAITANTES ET LE FAIT QU'UN APPORT DE 1,5 G/KG OU MOINS POURRAIT NE PAS ÊTRE SUFFISANT, IL EST CONSEILLÉ AUX FEMMES ALLAITANTES DE VISER UN APPORT D'AU MOINS 1,5 G/KG DE PROTÉINES PAR JOUR.

QUANTITÉ JOURNALIÈRE OPTIMALE POUR LES NOURISSONS

Étude: 71 à 88

0 - 6 mois →

1,5 G DE PROTÉINES PAR KG/PDC.

7 - 12 mois →

CET APPORT CONSEILLÉ EST DE 1,6 G/KG, AVEC LA SUPPOSITION :

- **LA MOITIÉ DE CETTE QUANTITÉ PROVIENNE DE L'ALLAITEMENT MATERNEL**
- **L'AUTRE MOITIÉ DE LA NOURRITURE.**

CERTAINES ÉTUDES RECOMMANDENT 1,2 G/KG POUR CE DERNIER GROUPE D'ÂGE, BASÉ SUR DES RECHERCHES RÉALISÉES AVEC DES ENFANTS EN BAS ÂGE.

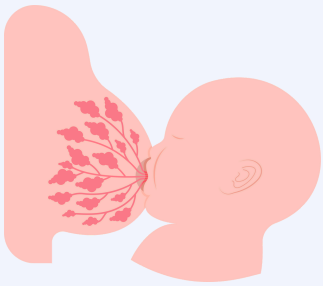
Concernant les bébés prématurés, ils nécessitent un apport suffisant en protéines pour une croissance similaire aux bébés à terme.

Les apports suggérés varient selon l'âge gestationnel :

MOINS DE 30 SEMAINES	3,5-4,0 g/kg
ENTRE 30-36 SEMAINES	2,5-3,5 g/kg
PLUS DE 36 SEMAINES.	2,5 g/kg

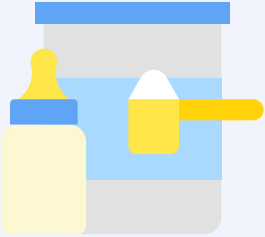
DES ÉTUDES ONT MONTRÉ QUE LES ENFANTS PRÉMATURÉS DOIVENT BÉNÉFICIER D'UN APPORT DE 3,0 À 4,0 G/KG.

POUR CES CAS "PARTICULIERS", LE LAIT MATERNEL "SEMBLE" NE PAS APPORTER ASSEZ DE PROTÉINES POUR SATISFAIRE LEURS BESOINS, UNE SUPPLÉMENTATION EST SOUVENT NÉCESSAIRE.



**LE LAIT MATERNEL EST L'ALIMENTATION OPTIMALE POUR LES BÉBÉS
JUSQU'À 12 MOIS.**

**CECI EST RECOMMANDÉ PRINCIPALEMENT PENDANT LES 6 PREMIERS
MOIS POUR LES BÉBÉS À TERME.**



LES LAITS MATERNISÉS SONT DES ALTERNATIVES INTÉRESSANTES.

**CEPENDANT, LEUR COMPOSITION PEUT DIFFÉRER CONCERNANT LA
TENEUR EN PROTÉINES, QUI PEUT ÊTRE PLUS ÉLEVÉE.**

**LES ÉTUDES MONTRENT QUE L'ALIMENTATION AU LAIT MATERNISÉ EST ASSOCIÉE À DES
VARIATIONS DE LA COMPOSITION CORPORELLE PENDANT LA PREMIÈRE ANNÉE DE VIE.**

**DE PLUS, IL A ÉTÉ ÉTABLI UN LIEN ENTRE CE TYPE D'ALIMENTATION, UNE CROISSANCE RAPIDE
EN BAS ÂGE ET L'OBÉSITÉ ULTÉRIEURE.**

**CERTAINES RECHERCHES POINTENT DU DOIGT LA TENEUR ÉLEVÉE EN PROTÉINES DE CES LAITS,
MAIS LA CAUSE EXACTE RESTE DÉBATTUE.**



**LA COMPOSITION DU LAIT MATERNEL EST GÉNÉRALEMENT
PRÉFÉRABLE DURANT LA PETITE ENFANCE, SAUF POUR LES
PRÉMATURÉS.**

**L'introduction d'aliments solides, tels que la viande, entre 7 et 12 mois
peut inclure une alimentation riche en protéines, ce qui peut être
bénéfique.**

**POUR RÉSUMER, LES BÉBÉS À TERME DEVRAIENT AVOIR UN APPORT DE 1,5
G/KG/JOUR PENDANT LES 6 PREMIERS MOIS.**

**CELA DEVRA ÊTRE FOURNI PRINCIPALEMENT PAR L'ALLAITEMENT, MAIS AVEC LA
NÉCESSITÉ DE DIVERSIFIER L'ALIMENTATION DÈS QUE POSSIBLE.**

DE 6 À 12 MOIS, L'APPORT RECOMMANDÉ EST D'ENVIRON 3,0 G/KG/JOUR.

**LES NOURRISSONS PRÉMATURÉS NÉCESSITENT ENTRE 3,0 À 4,0 G/KG/JOUR POUR
UNE CROISSANCE ADÉQUATE.**

QUANTITÉ JOURNALIÈRE OPTIMALE POUR LES NOUVEAU-NÉS / NOURRISSONS

Étude : 89 / 90

7 - 12 mois →

LES RECOMMANDATIONS EN MATIÈRE DE PROTÉINES POUR LES NOURRISSONS DE 7 À 12 MOIS S'ÉTABLISSENT À 1,2 G/KG/JOUR EN SE BASANT SUR DES DONNÉES SIMILAIRES.

1 - 3 ans →

POUR LES ENFANTS DE 1 À 3 ANS, L'APPORT QUOTIDIEN RECOMMANDÉ EST DE 1,05 G/KG.



IL EST INTÉRESSANT DE NOTER QUE L'APPORT MOYEN EN PROTÉINES DES TOUT-PETITS AUX ÉTATS-UNIS EST DE 4,0 G/KG, ET QUE 90 % D'ENTRE EUX CONSOMMENT PLUS DE 3,0 G/KG.



IL EXISTE UNE LACUNE DANS LES ÉTUDES CONCERNANT CET INTERVALLE D'ÂGE.

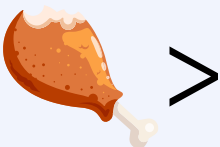


CHEZ LES ENFANTS EN BAS ÂGE (2 ANS), CONSOMMANT 4 G/KG DE PROTÉINES

(COMPARAISON ENTRE L'AJOUT DE PROTÉINES PROVENANT DE LA VIANDE ET L'AJOUT DE PROTÉINES PROVENANT DE PRODUITS LAITIERS).

UNE CROISSANCE OPTIMALE CONCERNANT LA TAILLE PAR RAPPORT À L'ÂGE A ÉTÉ CONSTATÉE SUR LES ENFANTS AYANT UN AJOUT EN PROTÉINES PROVENANT DE LA VIANDE.

BIEN QUE LES RECHERCHES SOIENT LIMITÉES QUANT À L'APPORT PROTÉIQUE OPTIMAL POUR CETTE TRANCHE D'ÂGE, LES ENFANTS EN BAS ÂGE (AMÉRICAINS) CONSOMMENT EN MOYENNE 4 G/KG, SOIT PRÈS DE QUATRE FOIS L'APPORT JOURNALIER RECOMMANDÉ.



>



PAR AILLEURS, IL SEMBLE QUE LA VIANDE SOIT UNE SOURCE DE PROTÉINES COMPLÉMENTAIRE PLUS AVANTAGEUSE QUE LES PRODUITS LAITIERS POUR CETTE POPULATION.

QUANTITÉ JOURNALIÈRE OPTIMALE POUR LES ENFANTS

Étude: 91 / 92



L'APPORT JOURNALIER RECOMMANDÉ (AJR) EN PROTÉINES EST PLUS ÉLEVÉ POUR LES ENFANTS QUE POUR LES ADULTES.

CETTE AUGMENTATION SE JUSTIFIE PAR LE FAIT QUE LES ENFANTS TRAVERSENT UNE PÉRIODE INTENSIVE DE CROISSANCE NÉCESSITANT UNE QUANTITÉ PLUS CONSÉQUENTE DE PROTÉINES



4-13 ans (0,95 g/kg).

Adultes (0,8 g/kg).

IL EST ESSENTIEL DE RAPPELER QUE LES AJR REPRÉSENTENT LA QUANTITÉ MINIMALE NÉCESSAIRE POUR MAINTENIR LA SANTÉ ET NE REFLÈTENT PAS NÉCESSAIREMENT L'IDÉAL POUR LA SANTÉ OPTIMALE.



DES ÉTUDES UTILISANT L'INDICATEUR D'ACIDES AMINÉS OXYDÉS (IAAO) SUR DES ENFANTS DE 6 À 11 ANS ONT SUGGÉRÉ QUE 1,5 G/KG SERAIT UN APPORT PLUS ADAPTÉ POUR EUX.

DE SURCROÎT, LES ENFANTS ACTIFS SPORTIVEMENT ONT DES BESOINS PROTÉINIQUES ACCRUS.



IL CONVIENT DE SOULIGNER QUE NOUS NE DISPOSONS PAS D'ÉTUDES DE LONGUE DURÉE SUR LA "CONSOMMATION IDÉALE" DE PROTÉINES POUR LES ENFANTS.

PRINCIPALEMENT POUR DES RAISONS ÉTHIQUES, IL EST EN EFFET INENVISAGEABLE DE SOUMETTRE DES ENFANTS À DES RÉGIMES ALIMENTAIRES QUI POURRAIENT ENTRAVER LEUR DÉVELOPPEMENT OU LEUR CROISSANCE.

AINSI, L'APPORT RECOMMANDÉ ACTUELLEMENT EST DE 1,5 G/KG POUR LES ENFANTS NON-SPORTIFS.

LES ENFANTS IMPLIQUÉS DANS DES ACTIVITÉS SPORTIVES RÉGULIÈRES DEVRAIENT ENVISAGER UNE CONSOMMATION DÉPASSANT LES 1,5 G/KG.

QUANTITÉ JOURNALIÈRE OPTIMALE POUR DIABÉTIQUE TYPE 1

Etude 288



MOINS DE 65 ANS →

LA QUANTITÉ ET LA QUALITÉ RECOMMANDÉES DE PROTÉINES DANS L'ALIMENTATION DES PATIENTS DIABÉTIQUES SUSCITENT DE NOMBREUSES CONTROVERSES.

AFIN DE FOURNIR DES INFORMATIONS BASÉES SUR DES PREUVES, LE DIABETES NUTRITION STUDY GROUP (DNSG) A UTILISÉ UNE PROCÉDURE DE CLASSEMENT UTILISÉE POUR LA QUALITÉ DES PREUVES ET LA FORCE DES RECOMMANDATIONS (GRADE).

UNE CONSOMMATION DE PROTÉINES DE 10% À 20% DE L'APPORT ÉNERGÉTIQUE (E%) OU ENVIRON 0,8 À 1,3 G/KG DE POIDS CORPOREL CHEZ LES PERSONNES DE MOINS DE 65 ANS, SEMBLAIT SÛRE DANS DES CONDITIONS DE MAINTIEN DU POIDS

PLUS DE 65 ANS →

5% À 20% DE L'E% CHEZ LES PERSONNES DE PLUS DE 65 ANS SEMBLAIT SÛRE DANS DES CONDITIONS DE MAINTIEN DU POIDS

LES RÉGIMES DE PERTE DE POIDS COMPRENANT 23% À 32% DE L'E% EN PROTÉINES SUR UNE PÉRIODE DE 1 AN ONT RÉDUIT LA PRESSIION ARTÉRIELLE ET ONT LÉGÈREMENT ABAISSÉ LE POIDS CORPOREL MAIS SIGNIFICATIVEMENT PLUS QUE LES RÉGIMES À FAIBLE TENEUR EN PROTÉINES

LE BILAN LIPIDIQUE, LA GLYCÉMIE À JEUN ET L'HBA1C SE SONT AMÉLIORÉS AVEC DES DIETES CONTENANT DES APPORTS EN PROTÉINES ÉLEVÉS OU BAS CHEZ LES PARTICIPANTS AVEC UN DÉBIT DE FILTRATION GLOMÉRULAIRE (DFG) > 60 ML/MIN/1,73 M2.

LES PATIENTS AVEC UN DFG <60 ML/MIN/1,73 M2 N'ONT PAS MONTRÉ DE DÉCLIN PLUS RAPIDE DU DFG OU DE LA FONCTION RÉNALE AVEC DES APPORTS PROTÉIQUES D'ENVIRON 0,8 G/KG DE POIDS CORPOREL PAR RAPPORT À DES APPORTS PLUS FAIBLES.

PLUSIEURS ÉTUDES ONT COMPARÉ DIFFÉRENTS TYPES DE PROTÉINES ANIMALES (LAIT, POULET, BŒUF, PORC ET POISSON) OU ONT COMPARÉ LES PROTÉINES ANIMALES AVEC LES PROTÉINES VÉGÉTALES CHEZ LES PATIENTS DIABÉTIQUES. ELLES ONT RAPPORTÉ UNE RÉDUCTION PLUS IMPORTANTE DU CHOLESTÉROL SÉRIQUE AVEC LES PROTÉINES VÉGÉTALES.

EN RÉSUMÉ, LA QUANTITÉ DE PROTÉINES RECOMMANDÉE POUR LES DIABÉTIQUES PEUT CORRESPONDRE AUX PRÉFÉRENCES INDIVIDUELLES.

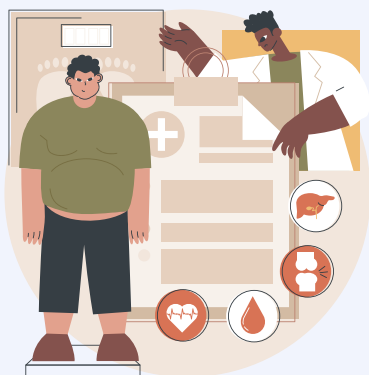
QUANTITÉ JOURNALIÈRE OPTIMALE POUR DIABÈTE TYPE 2

Etude 289 / 292 à 307



LE DIABÈTE DE TYPE 2 (T2D) AFFECTE PLUS DE 30 MILLIONS D'ADULTES AUX ÉTATS-UNIS ET PRÉSENTE DE NOMBREUX DÉFIS EN MATIÈRE DE SANTÉ PUBLIQUE.

LE T2D EST UN FACTEUR DE RISQUE MAJEUR POUR LES MALADIES CARDIOVASCULAIRES, LES MALADIES RÉNALES, L'AMPUTATION, CERTAINS CANCERS ET LA CÉCITÉ, CE QUI ENTRAÎNE UN FARDEAU FINANCIER IMPORTANT POUR LE SYSTÈME DE SANTÉ.



LE PRINCIPAL FACTEUR DE RISQUE DU T2D EST L'OBÉSITÉ, LA MAJORITÉ DES PERSONNES ATTEINTES DE T2D ÉTANT EN SURPOIDS OU OBÈSES.

IL A ÉTÉ DÉMONTRÉ QUE LE T2D ET L'OBÉSITÉ PEUVENT ÊTRE TRAITÉS PAR DES MODIFICATIONS DU MODE DE VIE.

PAR EXEMPLE, DANS L'ESSAI CLINIQUE SUR LA RÉMISSION DU DIABÈTE (DIRECT), UNE PERTE DE POIDS DE 10 À 15 KG A ENTRAÎNÉ LA RÉMISSION DU T2D CHEZ UNE MAJORITÉ D'INDIVIDUS AYANT REÇU UN DIAGNOSTIC DE T2D AU COURS DES 6 DERNIÈRES ANNÉES.

MÉTHODE

LE BUT DE CET ESSAI CLINIQUE RANDOMISÉ ÉTAIT DE COMPARER UN RÉGIME HP (HAUT PROTÉINE) À UN RÉGIME À PROTÉINES NORMALES (NP) POUR LA PERTE DE POIDS, LES CHANGEMENTS DE COMPOSITION CORPORELLE ET LES INDICATEURS DU STATUT DE T2D AU COURS D'UNE INTERVENTION COMPORTEMENTALE DE PERTE DE POIDS DE 52 SEMAINES.



Un total de 106 adultes
(80 femmes).



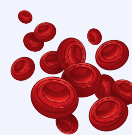
ATTEINTS DE DIABÈTE DE TYPE 2
(T2D) DEPUIS 6 ANS AVANT L'ÉTUDE



BMI de 27 ou +



GLYCEMIE A JEUN ≥ 126 mg/dl



Hba1c $\geq 6.5\%$



Poids stable sur les 3
derniers mois (+/- 3kg)



Traitement stable
3 derniers mois

GROUPE 1

Régime HP (40% de protéines - Riche en protéines) avec ≥ 4 portions hebdomadaires de bœuf maigre

GROUPE 2

Régime NP (21% de protéines - Modéré en protéines) avec pour consignes de ne pas consommer de viandes rouges

LE POIDS CORPOREL, LA COMPOSITION CORPORELLE ET LES PARAMÈTRES CARDIOMETABOLIQUES ONT ÉTÉ MESURÉS AVANT ET APRÈS L'INTERVENTION.



TOUS LES PARTICIPANTS ONT SUIVI LE PROGRAMME DE GESTION DU POIDS STATE OF SLIM (SOS) PENDANT LES 16 PREMIÈRES SEMAINES, COMPOSÉ DE COURS DE GROUPE HEBDOMADAIRES ANIMÉS PAR UN COACH FORMÉ.

APRÈS CETTE PÉRIODE INITIALE, ILS ONT PARTICIPÉ AU PROGRAMME SOS NEXT STEPS, QUI COMPREND 18 COURS DE GROUPE (DEUX FOIS PAR SEMAINE) POUR LE RESTE DE L'INTERVENTION.

LES PARTICIPANTS ONT ÉTÉ ASSIGNÉS DE MANIÈRE ALÉATOIRE À L'UN DES DEUX GROUPES ALIMENTAIRES.

"LE PLAN SOS EST DIVISÉ EN 3 PHASES DISTINCTES, CHACUNE COMPORTANT DES LISTES D'ALIMENTS PARMI LESQUELLES LES PARTICIPANTS PEUVENT CHOISIR, AINSI QUE DES PORTIONS DÉFINIES POUR CHAQUE ALIMENT. DE PLUS, LE PLAN SOS COMPREND 5 RÈGLES :

1. MANGER 5 À 6 FOIS PAR JOUR.
2. PRENDRE LE PETIT-DÉJEUNER DANS L'HEURE QUI SUIT LE RÉVEIL.
3. NE PAS COMPTER LES CALORIES, MAIS PLUTÔT MESURER LES PORTIONS.
4. ASSURER LA BONNE QUANTITÉ DE PROTÉINES ET DE GLUCIDES À CHAQUE REPAS (UNE PORTION DE GLUCIDES ET UNE DE PROTÉINES).
5. CONSOMMER UNE SOURCE DE LIPIDES SAINS DEUX FOIS PAR JOUR."



LES LISTES D'ALIMENTS POUR LES GROUPES HP ET NP ÉTAIENT SIMILAIRES, À LA DIFFÉRENCE QUE LE GROUPE HP DEVAIT CONSOMMER AU MOINS 4 PORTIONS DE BŒUF MAIGRE, TANDIS QUE LA TAILLE DES PORTIONS DE PROTÉINES ÉTAIT RÉDUITE POUR LE GROUPE NP.



COMPOSITIONS APPROXIMATIVES EN GLUCIDES ET PROTÉINES :

GROUPE HP : 32 % D'ÉNERGIE TOTALE PROVENANT DES GLUCIDES ET 40 % D'ÉNERGIE TOTALE PROVENANT DES PROTÉINES.

GROUPE NP : 53 % D'ÉNERGIE TOTALE PROVENANT DES GLUCIDES ET 21 % D'ÉNERGIE TOTALE PROVENANT DES PROTÉINES.



LES APPORTS RECOMMANDÉS EN GRAISSES ÉTAIENT SIMILAIRES POUR LES GROUPES HP ET NP, REPRÉSENTANT RESPECTIVEMENT 28 % ET 26 % DE L'ÉNERGIE TOTALE.



LES PARTICIPANTS ONT TRAVAILLÉ JUSQU'À 70 MINUTES D'EXERCICE PAR JOUR, 6 JOURS PAR SEMAINE, DANS LE CADRE DU PROGRAMME.



LA SURVEILLANCE DE L'APPORT ÉNERGÉTIQUE AUTODÉCLARÉ ET DE LA DISTRIBUTION DE MACRONUTRIMENTS N'A PAS ÉTÉ EFFECTUÉE AU COURS DE L'ÉTUDE, CAR L'UNE DES PRINCIPALES COMPOSANTES DU PROGRAMME SOS CONSISTE À SE CONCENTRER SUR LA TAILLE DES PORTIONS PLUTÔT QUE SUR LE COMPTAGE DES CALORIES.

LES PARTICIPANTS ONT TENU UN JOURNAL ALIMENTAIRE TOUT AU LONG DE L'INTERVENTION. CES JOURNAUX ONT SERVI D'OUTIL DE SUIVI POUR AMÉLIORER LA PERTE DE POIDS ET N'ÉTAIENT PAS DESTINÉS À MESURER PRÉCISÉMENT L'APPORT ÉNERGÉTIQUE OU LA RÉPARTITION DES MACRONUTRIMENTS.

RÉSULTATS

"LE NOMBRE DE PARTICIPANTS EST RESTÉ INCHANGÉ TOUT AU LONG DE L'ÉTUDE.

AUCUNE DIFFÉRENCE SIGNIFICATIVE N'A ÉTÉ OBSERVÉE DANS LA PERTE DE POIDS ENTRE LES GROUPES.

LA QUANTITÉ DE MASSE GRASSE A DIMINUÉ DANS LES DEUX GROUPES SANS DIFFÉRENCE SIGNIFICATIVE, TANDIS QUE LA QUANTITÉ DE MASSE MAIGRE A AUGMENTÉ DANS LES DEUX GROUPES ÉGALEMENT SANS DIFFÉRENCE SIGNIFICATIVE.

LE TOUR DE TAILLE ET L'IMC ONT DIMINUÉ DANS LES DEUX GROUPES SANS DIFFÉRENCE SIGNIFICATIVE.

DE PLUS, LES VALEURS DE L'HBA1C, DE LA GLYCÉMIE, DE L'INSULINE, DE L'INDICE DE HOMA, DES MARQUEURS DE PRESSION ARTÉRIELLE ET DES TRIGLYCÉRIDES SE SONT AMÉLIORÉES, MAIS SANS DIFFÉRENCE SIGNIFICATIVE ENTRE LES GROUPES.

LA PERTE DE POIDS MOYENNE DANS LA PRÉSENTE ÉTUDE ÉTAIT CONFORME À CELLE QUI A ENTRAÎNÉ DES AMÉLIORATIONS DU DT2 CHEZ LA MAJORITÉ DES PARTICIPANTS DE L'ÉTUDE DIRECT.

CEPENDANT, 4 PARTICIPANTS DANS LE GROUPE HP ET 1 DANS LE GROUPE NP ONT PRÉSENTÉ DES CHANGEMENTS NÉGATIFS."

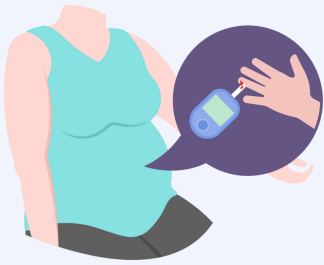
Parameter	HP	NP
Weight (kg)	108.0 ± 22.8	107.8 ± 26.6
BMI (kg/m ²)	38.7 ± 6.8	38.8 ± 7.3
WC (cm)	118 ± 14	117 ± 15
Fat mass (%)	46.2 ± 6.2	46.6 ± 5.9
FFM (%)	52.9 ± 6.1	52.4 ± 5.8
Biomarkers, M ± SD		
HOMA-IR	7.6 ± 7.0	5.9 ± 3.4
Glucose (mg/dL)	134 ± 38	130 ± 40
HbA1c (%)	7.2 ± 1.0	7.0 ± 1.3
Insulin (μU/mL)	22.3 ± 16.5	18.1 ± 11.1
BP systolic (mm Hg)	135 ± 15	135 ± 15
BP diastolic (mm Hg)	86 ± 9	86 ± 9
Triglycerides (mg/dL)	138 ± 71	139 ± 58
HDL cholesterol (mg/dL)	47 ± 11	45 ± 9
LDL cholesterol (mg/dL)	94 ± 28	95 ± 36

CES RÉSULTATS SUGGÈRENT QUE LA PERTE DE POIDS EST LE PREMIER CRITÈRE D'AMÉLIORATION À PRENDRE EN COMPTE DANS LA GESTION DE LA GLYCÉMIE.

CONTRAIREMENT AUX IDÉES REÇUES, LE GROUPE HP N'A PAS OBTENU DE RÉSULTATS SIGNIFICATIVEMENT SUPÉRIEURS AU GROUPE NP.

QUANTITÉ JOURNALIÈRE OPTIMALE POUR DIABÈTE GESTATIONNEL

Etude 290 / 308 à 327



LE DIABÈTE GESTATIONNEL (DG) EST DÉFINI COMME UN DIABÈTE OU UNE INTOLÉRANCE AU GLUCOSE SURVENANT POUR LA PREMIÈRE FOIS PENDANT LA GROSSESSE.

BIEN QUE LES CRITÈRES DIAGNOSTIQUES VARIENT, LE DG AFFECTE ENVIRON 15 À 20% DES GROSSESSES, ATTEIGNANT 30% DANS CERTAINES RÉGIONS DU MONDE.



LES NOUVEAUX CRITÈRES DIAGNOSTIQUES DE L'ORGANISATION MONDIALE DE LA SANTÉ (OMS) EXPLIQUENT EN PARTIE, MAIS PAS ENTIÈREMENT, LA RÉCENTE AUGMENTATION DE LA PRÉVALENCE.

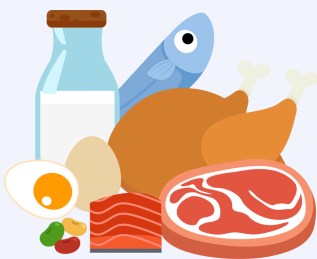
L'ÂGE TARDIF DE LA MATERNITÉ, L'OBÉSITÉ ET LA MIGRATION DE GROUPES DE POPULATION À RISQUE ÉLEVÉ VERS DES RÉGIONS À RISQUE PLUS FAIBLE CONTRIBUENT ÉGALEMENT À L'AUGMENTATION DE LA PRÉVALENCE DU DG.



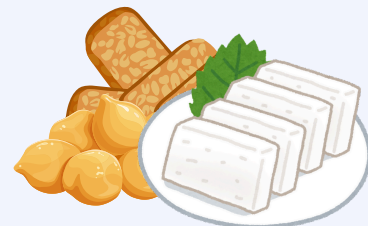
LES FEMMES ATTEINTES DE DG ONT JUSQU'À 70% DE CHANCES DE DÉVELOPPER UN DIABÈTE DE TYPE 2 DANS LES 28 ANS SUIVANT L'ACCOUCHEMENT.

LE DG AUGMENTE ÉGALEMENT LE RISQUE DE MACROSOMIE, D'HYPOGLYCÉMIE ET DE MODIFICATIONS ÉPIGÉNÉTIQUES CHEZ LE NOURRISSON, ENTRAÎNANT UNE NOUVELLE GÉNÉRATION SUSCEPTIBLE D'OBÉSITÉ ET DE DIABÈTE DE TYPE 2 PLUS TARD DANS LA VIE.

L'OBJECTIF DE LA PRÉSENTE ÉTUDE ÉTAIT D'EFFECTUER UNE RECHERCHE SYSTÉMATIQUE DE LA LITTÉRATURE DES ÉTUDES OBSERVATIONNELLES EXAMINANT LES ASSOCIATIONS ENTRE LES ASPECTS ALIMENTAIRES ET D'ACTIVITÉ PHYSIQUE AVANT ET AU DÉBUT DE LA GROSSESSE QUI SONT ASSOCIÉS AU RISQUE DE DG.



VS

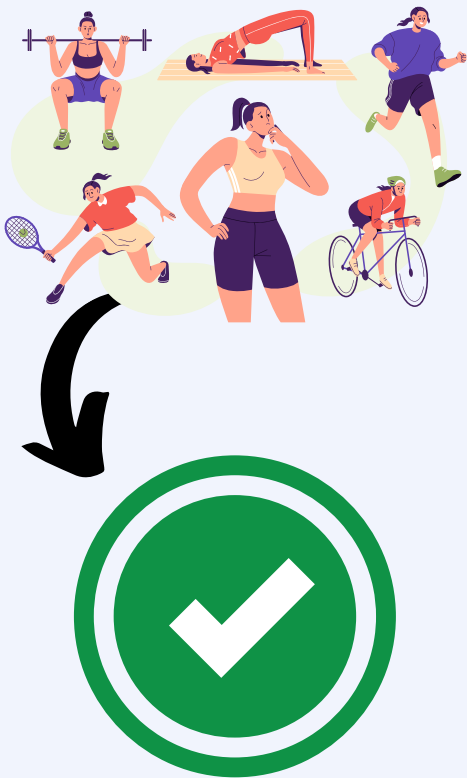


BAO ET AL. ONT RAPPORTÉ QU'UNE CONSOMMATION DE PROTÉINES D'ORIGINE ANIMALE AUGMENTAIT LE RISQUE DE DG D'ENVIRON 50%, TANDIS QU'UNE CONSOMMATION DE PROTÉINES PROVENANT DE SOURCES VÉGÉTALES ÉTAIT PROTECTRICE À HAUTEUR DE 30%.

UN SCHÉMA ALIMENTAIRE PAUVRE EN GLUCIDES AVEC UNE FORTE TENEUR EN PROTÉINES ET EN PRODUITS D'ORIGINE ANIMALE ÉTAIT ASSOCIÉ À UNE AUGMENTATION DE 36% DU RISQUE DE DG.

CEPENDANT, UN RÉGIME PAUVRE EN GLUCIDES CONTENANT UNE FORTE CONSOMMATION DE PROTÉINES ET DE MATIÈRES GRASSES D'ORIGINE VÉGÉTALE N'ÉTAIT ASSOCIÉ À AUCUN RISQUE ACCRU.

LE REMPLACEMENT DE 5% DE L'ÉNERGIE DES PROTÉINES ANIMALES PAR DES PROTÉINES D'ORIGINE VÉGÉTALE RÉDUISAIT LE RISQUE DE DG DE 51%.



L'ACTIVITÉ PHYSIQUE (AP) A ÉTÉ SIGNALÉE COMME PROTECTRICE CONTRE LE DG DANS 13 DES 17 ÉTUDES (318 À 326).

L'APPARITION DU RISQUE DE DG DIMINUE GÉNÉRALEMENT AVEC DES NIVEAUX D'AP PLUS ÉLEVÉS.

ONZE ÉTUDES ONT RAPPORTÉ QUE L'AP AVANT LA GROSSESSE ÉTAIT ASSOCIÉE À UNE RÉDUCTION DU RISQUE DE 22 À 86 % D'APPARITION DE DG (318 À 326).

LES BÉNÉFICES CONSTATÉS DÉPENDAIENT DU TYPE ET DE LA DURÉE DE L'AP.

DIX ÉTUDES ONT ÉVALUÉ LES NIVEAUX D'AP AU DÉBUT DE LA GROSSESSE ET ONT ÉGALEMENT RAPPORTÉ UNE RÉDUCTION DU RISQUE D'APPARITION DE DG AVEC UNE AP PLUS ÉLEVÉE (11 ET 52 %) (321/327).

LORSQUE LES NIVEAUX D'AP AVANT LA GROSSESSE ET AU DÉBUT DE LA GROSSESSE ONT ÉTÉ PRIS EN COMPTE, UN RISQUE ENCORE PLUS FAIBLE D'APPARITION DE DG A ÉTÉ OBSERVÉ.

CONCLUSION :

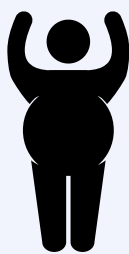
UN RÉGIME MÉDITERRANÉEN ET UNE ACTIVITÉ PHYSIQUE SONT DES INTERVENTIONS PROMETTEUSES POUR LA PRÉVENTION DU DG.

CEPENDANT, LORSQUE L'APPLICATION D'UN RÉGIME MÉDITERRANÉEN ET LA PRATIQUE D'UNE ACTIVITÉ PHYSIQUE SONT INCORPORÉES AVANT LA GROSSESSE ET SUIVIES TOUT AU LONG DE LA GROSSESSE, UNE DIMINUTION DES RISQUES D'APPARITION DE DG EST CONSTATÉE.

IL EXISTE UNE OPPORTUNITÉ POUR LES FUTURS ESSAIS CLINIQUES RANDOMISÉS (ECR) D'EXPLORER D'AVANTAGE LES INTERVENTIONS COMBINANT À LA FOIS L'ACTIVITÉ PHYSIQUE ET LE RÉGIME MÉDITERRANÉEN, EN PARTICULIER DANS LA PÉRIODE PRÉCONCEPTIONNELLE POUR GARANTIR LES MEILLEURS RÉSULTATS TOUT AU LONG DE LA GROSSESSE.

QUANTITÉ JOURNALIÈRE OPTIMALE POUR RÉSISTANCE À L'INSULINE

Etude 291 / 328 / 329



80 sujets obèses et majeurs
(IMC ≥ 30 kg/m²)



insulinorésistance
(indice de Matsuda $< 4,3$,
HOMA-IR $\geq 2,5$)



Durée : 1 Mois

DIVISER EN 4 GROUPES

UN RÉGIME NORMO PROTÉINÉ ($< 20\%$ /) À PRÉDOMINANCE DE PROTÉINES ANIMALES (ANIMAL NP)

UN RÉGIME NORMO PROTÉINÉ ($< 20\%$) À PRÉDOMINANCE DE PROTÉINES VÉGÉTALES (VEGETABLE NP)

UN RÉGIME HYPER PROTÉINÉ (25-30 %) À PRÉDOMINANCE DE PROTÉINES ANIMALES (ANIMAL HP)

UN RÉGIME HYPER PROTÉINÉ (25-30 %) À PRÉDOMINANCE DE PROTÉINES VÉGÉTALES (VEGETABLE HP)

UNE ÉVALUATION DE L'ÉVOLUTION DU POIDS, DE LA COMPOSITION CORPORELLE, DES MARQUEURS DE SANTÉ, DE LA PRESSION ARTÉRIELLE, DE LA DÉPENSE ÉNERGÉTIQUE AU REPOS ET DE LA CONCENTRATION EN ACIDES AMINÉS PLASMATIQUES A ÉTÉ EFFECTUÉE.

LE POIDS CORPOREL, L'IMC ET LE TOUR DE TAILLE ONT DIMINUÉ DANS TOUS LES GROUPES.

LA SENSIBILITÉ À L'INSULINE S'EST AMÉLIORÉE DAVANTAGE DANS LES GROUPES ANIMAL HP (INDICE DE MATSUDA ; 1,39 VS 2,58, $P = 0,003$) ET VEGETABLE HP (INDICE DE MATSUDA ; 1,44 VS 3,14, $P < 0,0001$) APRÈS UN MOIS.

L'ÉTUDE DÉMONTRE QU'UN RÉGIME HYPOCALORIQUE HYPERPROTÉINÉ AMÉLIORE LA SENSIBILITÉ À L'INSULINE DE 60 À 90 % APRÈS UN MOIS CHEZ LES SUJETS OBÈSES ET INSULINORÉSISTANTS, INDÉPENDAMMENT DE LA PERTE DE POIDS ET QUELLE QUE SOIT LA SOURCE DE PROTÉINES, QU'ELLE SOIT ANIMALE OU VÉGÉTALE.

POUR LES CHAPITRES :

**DIABÉTIQUE DE TYPE 1
DIABÉTIQUE DE TYPE 2
DIABÈTE GESTATIONNEL
RÉSISTANCE À L'INSULINE**

**NOUS N'AVONS TROUVÉ AUCUNE ÉTUDE MENTIONNANT DES QUANTITÉS SPÉCIFIQUES DE
PROTÉINES RECOMMANDÉES POUR CES CAS DE PHYSIOLOGIE INTERNE.**

**C'EST POUR CETTE RAISON QUE NOUS VOUS RECOMMANDONS DE VOUS RÉFÉRER AU TABLEAU
CI-DESSOUS (PAGE 25) :**

CATÉGORIE	PERSONNE EN SANTÉ			SURPOIDS	FEMME ENCEINTE	FEMME ALLAITANTE
OBJECTIF	Maintenance	Prise de muscle	Perte de poids	≥ 1,8	≥ 1,5	
ACTIVE	1,4 - 2,0	1,6 - 2,5	1,2 à 1,5			
SEDENTAIRE	1,2 - 1,8					

METRICS EN GRAMME PAR KILOS DE POIDS DE CORPS (G/KG)

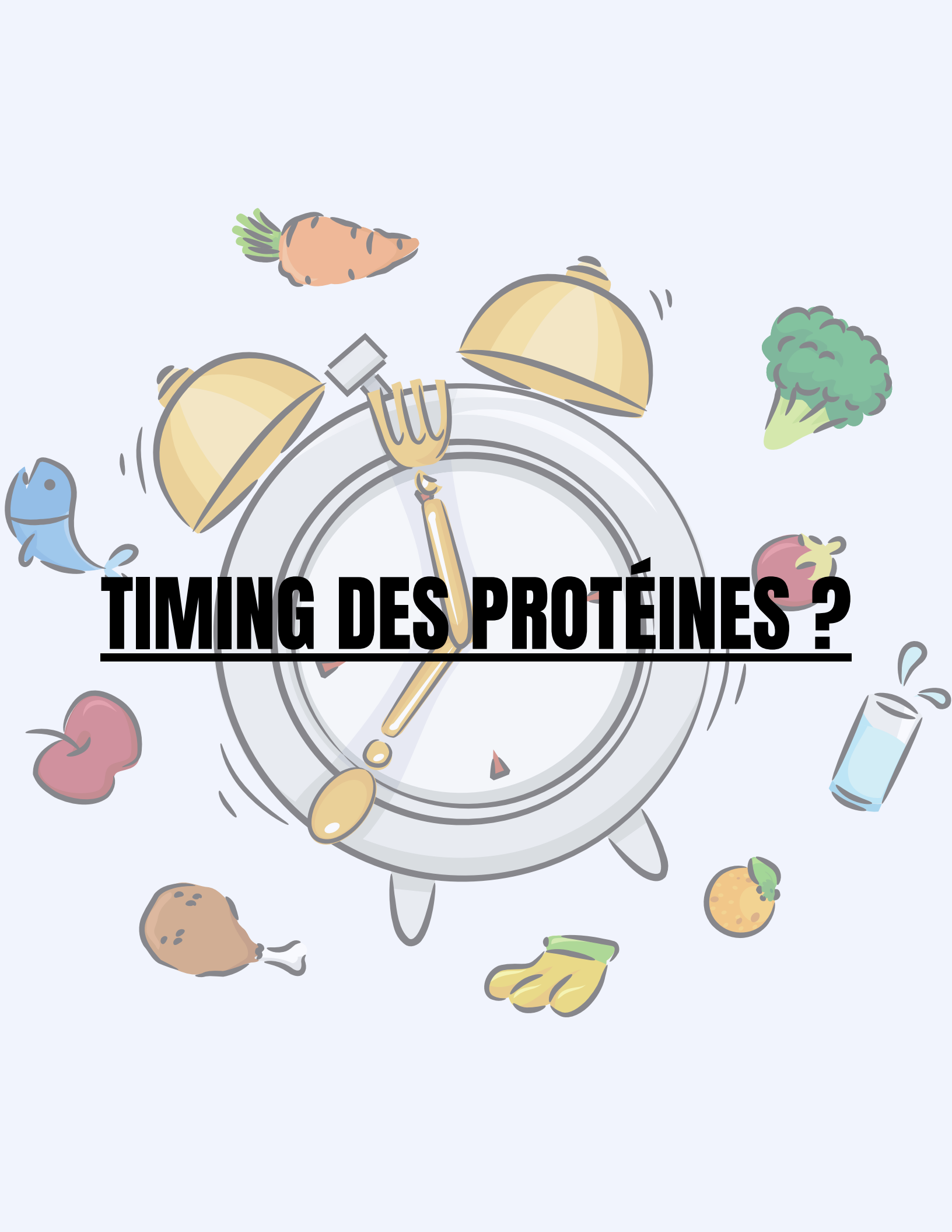
**IL EST IMPORTANT DE COMPRENDRE QUE CES RECOMMANDATIONS SONT HYPOTHÉTIQUES ET
NE REPOSENT PAS SUR DES PREUVES APPUYÉES PAR DES SUPPORTS DE LITTÉRATURE
SCIENTIFIQUE.**

**CEPENDANT, IL EST BON DE PRENDRE EN COMPTE QUE TOUTES LES ÉTUDES MENTIONNÉES
DANS LES CHAPITRES SUIVANTS :**

**DIABÈTE DE TYPE 1
DIABÈTE DE TYPE 2
DIABÈTE GESTATIONNEL
RÉSISTANCE À L'INSULINE**

**RECOMMANDENT UNE ALIMENTATION AVEC UNE CONSOMMATION MODÉRÉE VOIRE RICHE EN
PROTÉINES AFIN D'AMÉLIORER LES MARQUEURS DE SANTÉ DANS CES CAS DE PHYSIOLOGIE.**

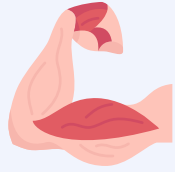
**IL EST ÉGALEMENT CONSEILLÉ DE PRATIQUER UNE ACTIVITÉ PHYSIQUE RÉGULIÈRE ET D'ÉVITER À
TOUT PRIX LA SÉDENTARITÉ.**



TIMING DES PROTÉINES ?

COMBIEN DE PROTÉINES PAR REPAS?

Étude : 121 à 132



LA PRISE DE MUSCLE DÉPEND (EN PARTIE MAIS PAS TOTALEMENT) DE L'ÉQUILIBRE ENTRE LA SYNTHÈSE ET LA DÉGRADATION DES PROTÉINES.

UN EXCÉDENT CONTINU DE SYNTHÈSE FAVORISE UNE CROISSANCE MUSCULAIRE À LONG TERME.



0,24 G/KG/REPAS STIMULE LA SYNTHÈSE PROTÉIQUE POUR LES JEUNES ADULTES.

0,40 G/KG/REPAS EST OPTIMAL POUR LA MAJORITÉ D'ENTRE EUX.



POUR LES SENIORS, LES RECOMMANDATIONS SONT DE 0,40 À 0,60 G/KG/REPAS.

LES BESOINS EN PROTÉINES AUGMENTENT AVEC L'ÂGE, BIEN QUE LA PRÉCISION DE CETTE AUGMENTATION SOIT SUJETTE À DÉBAT.

POUR LES PERSONNES D'ÂGE MOYEN, LES RECOMMANDATIONS APPROXIMATIVES SE SITUENT ENTRE 0,29 ET 0,53 G/KG.

CES MOYENNES PEUVENT VARIER ET DIFFÉRER SELON LES INDIVIDUS. POUR LES JEUNES ADULTES, LA PRÉCISION N'EST PAS CRUCIALE TANT QUE L'ON RESTE DANS LES FOURCHETTES RECOMMANDÉES.

POINTS CLÉS :

CES FOURCHETTES SONT BASÉES SUR DES ÉTUDES UTILISANT DES PROTÉINES DE LACTOSÉRUM. ÉTANT DES PROTÉINES DE HAUTE QUALITÉ ET RAPIDEMENT ASSIMILABLES, ELLES PEUVENT NÉCESSITER DES AJUSTEMENTS SI L'ON CONSOMME DES PROTÉINES DE MOINDRE QUALITÉ.

CES APPORTS PROTÉIQUES SONT CONSEILLÉS POUR UNE PRODUCTION PROTÉIQUE MAXIMALE, MAIS IL N'EXISTE PAS DE SEUIL FIXE POUR L'ÉQUILIBRE PROTÉIQUE GÉNÉRAL.

CERTAINS JEUNES ADULTES PEUVENT SOUFFRIR DE SARCOPÉNIE ET POURRAIENT DONC AVOIR BESOIN D'UN APPORT PROTÉIQUE SIMILAIRE À CELUI DES SENIORS.

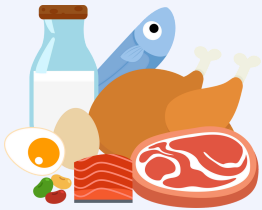
IL Y A UN MYTHE QUI SUGGÈRE QU'UN EXCÈS DE PROTÉINES N'EST PAS DIGÉRÉ.

L'IDÉE SELON LAQUELLE ON NE PEUT PAS ASSIMILER PLUS DE 30 GRAMMES DE PROTÉINES EN UNE FOIS EST ERRONÉE.

VOTRE ORGANISME UTILISERA LES PROTÉINES CONSOMMÉES POUR DIFFÉRENTES FONCTIONS, QUE CE SOIT IMMÉDIATEMENT OU PLUS TARD. IL EST AUSSI À NOTER QU'UN APPORT PROTÉIQUE ÉLEVÉ PEUT AIDER À RESSENTIR UNE SENSATION DE SATIÉTÉ, CE QUI EST UTILE SI ON CHERCHE À RÉDUIRE SON APPORT CALORIQUE.

COMBIEN DE PROTÉINES EN POST TRAINING ?

Étude : 135 / 136 / 137 / 138 / 139 / 140 / 141 / 142 / 143 / 144 / 145



LA MUSCULATION PEUT ENTRAÎNER DES LÉSIONS MUSCULAIRES NÉCESSITANT DES PROTÉINES POUR FAVORISER LA CROISSANCE ET LA RÉCUPÉRATION.

PRENDRE DES PROTÉINES PEUT DÉCLENCHER UNE PRODUCTION PROTÉIQUE DANS LES MUSCLES DANS UNE CERTAINE MESURE.

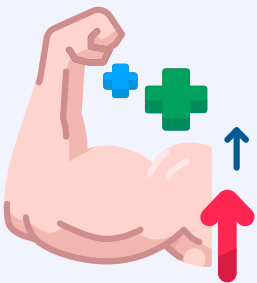
L'ASSOCIATION ENTRE LES PROTÉINES ET LES EXERCICES PHYSIQUES EST PLUS EFFICACE.

UNE PRODUCTION PROTÉIQUE OPTIMALE EST CRUCIALE POUR UNE RÉCUPÉRATION OPTIMALE APRÈS DES SÉANCES SPORTIVES INTENSES.



DES RECHERCHES ONT DÉTERMINÉ QU'ENVIRON 20 À 25 GRAMMES DE PROTÉINES DE HAUTE QUALITÉ STIMULENT PARFAITEMENT CETTE PRODUCTION APRÈS L'EXERCICE.

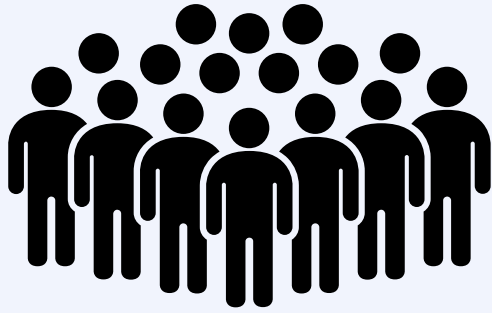
CEPENDANT, CE CHIFFRE GÉNÉRAL NE TIENT PAS COMPTE DE LA CONSTITUTION INDIVIDUELLE DE LA PERSONNE.



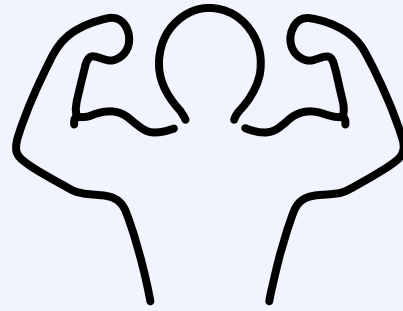
LES PERSONNES AVEC UNE PLUS GRANDE MASSE MUSCULAIRE MAIGRE PEUVENT AVOIR BESOIN DE PLUS D'ACIDES AMINÉS, CE QUI PEUT AUGMENTER LEUR BESOIN EN PROTÉINES POST-EXERCICE POUR UNE PRODUCTION PROTÉIQUE MAXIMALE.

UN TRAVAIL RÉCENT A EXPLORÉ L'IDÉE QUE LA COMPOSITION CORPORELLE POURRAIT DÉTERMINER LES BESOINS EN PROTÉINES POUR UNE RÉPONSE OPTIMALE APRÈS L'EFFORT.

DES RECHERCHES ANTÉRIEURES INDICUAIENT QUE 20 À 25 GRAMMES DE PROTÉINES ÉTAIENT SUFFISANTS POUR MAXIMISER LA PRODUCTION PROTÉIQUE APRÈS UN EXERCICE DE MUSCULATION.



Un groupe de 30 hommes en bonne forme physique



Ayant effectué 2 séances d'exercices en résistances ou + sur les 6 derniers mois

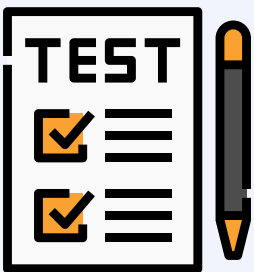
LES PARTICIPANTS ONT SUBI UN EXAMEN DEXA SCAN.

ILS ONT ÉTÉ RÉPARTIS EN DEUX CATÉGORIES EN FONCTION DE LEUR COMPOSITION CORPORELLE.

GROUPE 1 : LES HOMMES PESANT 65 KG OU MOINS ONT ÉTÉ CLASSÉS DANS LA CATÉGORIE BASSE.

GROUPE 2 : LES HOMMES PESANT 70 KG OU PLUS ONT ÉTÉ CLASSÉS DANS LA CATÉGORIE HAUTE.

L'EXPÉRIENCE A ÉTÉ MENÉE SELON UN PROTOCOLE EN DOUBLE AVEUGLE ET CROISÉ.



CHAQUE VOLONTAIRE A PARTICIPÉ À DEUX TESTS VISANT À OBSERVER LA SYNTHÈSE PROTÉIQUE DANS LES MUSCLES (MPS) APRÈS UNE SESSION D'ENTRAÎNEMENT COMPLÈTE ET LA CONSOMMATION DE PROTÉINES DE LACTOSÉRUM.



UN INTERVALLE DE DEUX SEMAINES A ÉTÉ MIS EN PLACE ENTRE CHAQUE TEST.

APRÈS CHAQUE TEST, LES PARTICIPANTS ONT CONSOMMÉ SOIT 20 G, SOIT 40 G DE PROTÉINES DE LACTOSÉRUM MÉLANGÉES À DE L'EAU APRÈS L'EFFORT.



AVANT L'ÉTUDE, TOUS LES PARTICIPANTS ONT ENREGISTRÉ LEURS HABITUDES ALIMENTAIRES ET LEURS DÉPENSES ÉNERGÉTIQUES AFIN DE POUVOIR RECEVOIR UN PLAN ADAPTÉ À LEURS BESOINS.



ILS LEUR A ÉTÉ DEMANDÉ DE TENIR UN JOURNAL DE LEURS ACTIVITÉS PENDANT UNE SEMAINE.

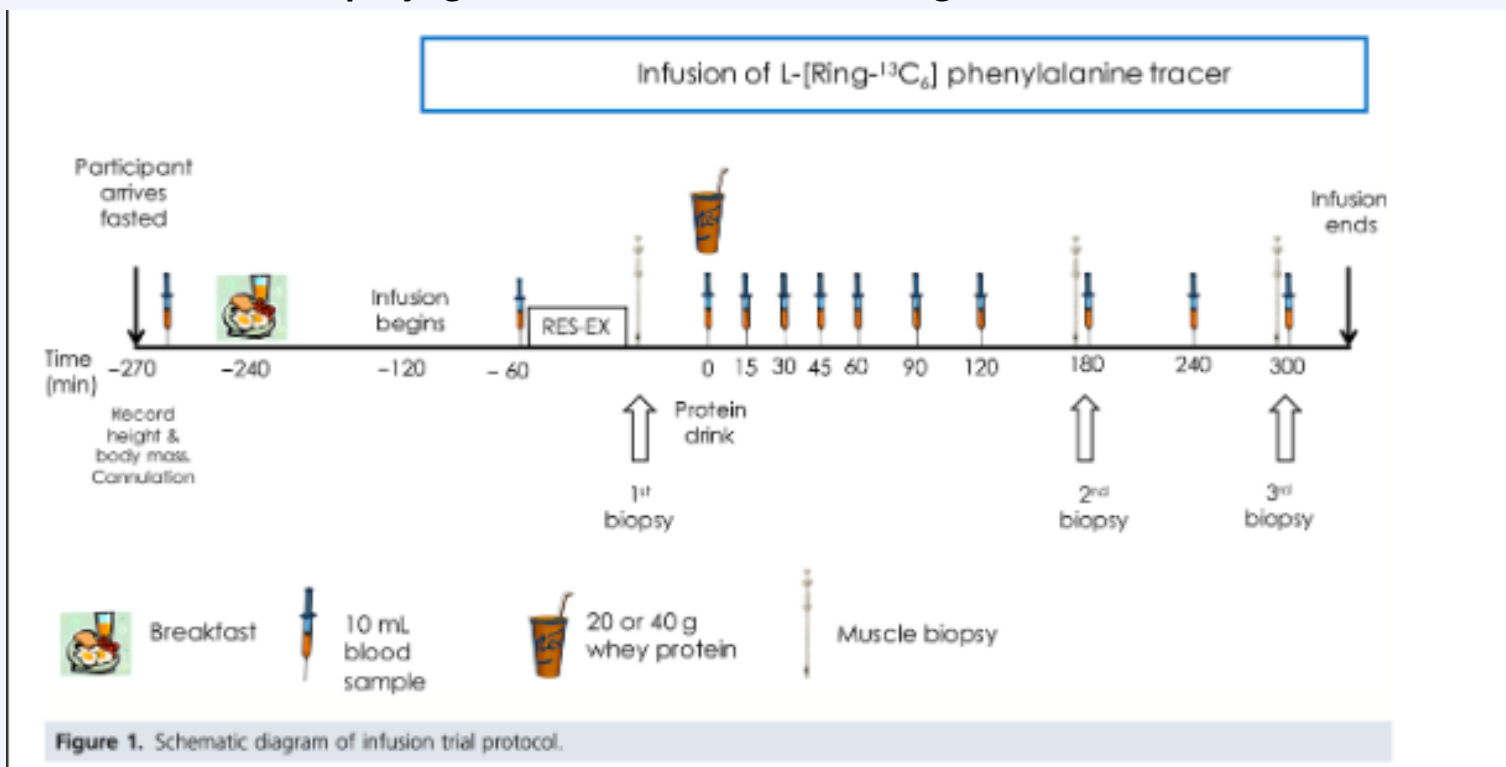
ILS ONT DÛ MAINTENIR UN NIVEAU D'ACTIVITÉ STABLE TOUT AU LONG DE L'EXPÉRIMENTATION.



UN JOURNAL ALIMENTAIRE A ENSUITE ÉTÉ ÉTUDIÉ GRÂCE À UN PROGRAMME SPÉCIALISÉ.

DE CETTE ANALYSE, DES MENUS ADAPTÉS ONT ÉTÉ ÉLABORÉS, CORRESPONDANT À LEURS HABITUDES ALIMENTAIRES TOUT EN RESPECTANT L'ÉQUILIBRE NUTRITIONNEL ADÉQUAT.

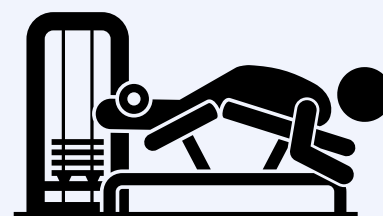
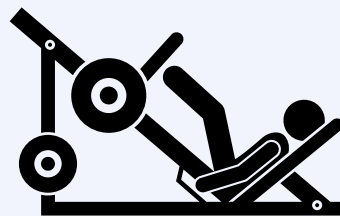
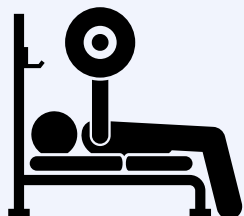
Un aperçu général est fourni dans cette figure ci-dessous



POUR MESURER LA SYNTHÈSE DES PROTÉINES MUSCULAIRES, LES PARTICIPANTS ONT REÇU UNE PERFUSION D'UN TRACEUR D'ACIDE AMINÉ MARQUÉ À L'ISOTOPE (L-RING-13C6 PHÉNYLALANINE), QUI A ENSUITE ÉTÉ DÉTECTÉ DANS LA PROTÉINE OBTENUE À PARTIR DE BIOPSIES MUSCULAIRES.



UNE HEURE APRÈS LE DÉBUT DE LA PERFUSION DU TRACEUR, LES PARTICIPANTS ONT EFFECTUÉ UNE SÉANCE D'ENTRAÎNEMENT EN RÉSISTANCE POUR TOUT LE CORPS.



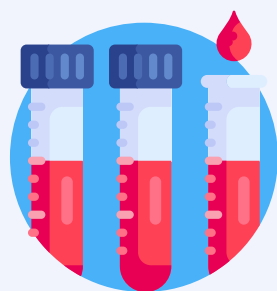
Cela consistait en trois séries de 10 répétitions avec une quatrième série jusqu'à l'échec. Les exercices comprenaient le développé couché, le tirage latéral, le curl pour les jambes, la presse à jambes et l'extension des jambes.

75%

LES CHARGES D'ENTRAÎNEMENT ÉTAIENT DE 75% DU MAXIMUM D'UNE RÉPÉTITION DU PARTICIPANT, AVEC DES CONTRACTIONS CONCENTRIQUES D'UNE SECONDE ET DES CONTRACTIONS EXCENTRIQUES DE DEUX SECONDES. IMMÉDIATEMENT APRÈS L'EXERCICE, DES BIOPSIES DU MUSCLE SQUELETTIQUE ONT ÉTÉ PRÉLEVÉES SUR LE VASTE LATÉRAL (QUADRICEPS).



LES PARTICIPANTS ONT ENSUITE CONSOMMÉ UNE BOISSON PROTÉINÉE ENRICHIE DU TRACEUR MARQUÉ À L'ISOTOPE. DES BIOPSIES ULTÉRIEURES ONT ÉTÉ PRÉLEVÉES SUR LA MÊME JAMBE 180 ET 300 MINUTES APRÈS L'EXERCICE.



DU SANG ARTÉRIEL A ÉGALEMENT ÉTÉ PRÉLEVÉ POUR ANALYSE 60 MINUTES AVANT L'EXERCICE, IMMÉDIATEMENT AVANT L'EXERCICE, ET À PLUSIEURS REPRISES DE 30 À 300 MINUTES APRÈS L'EXERCICE.

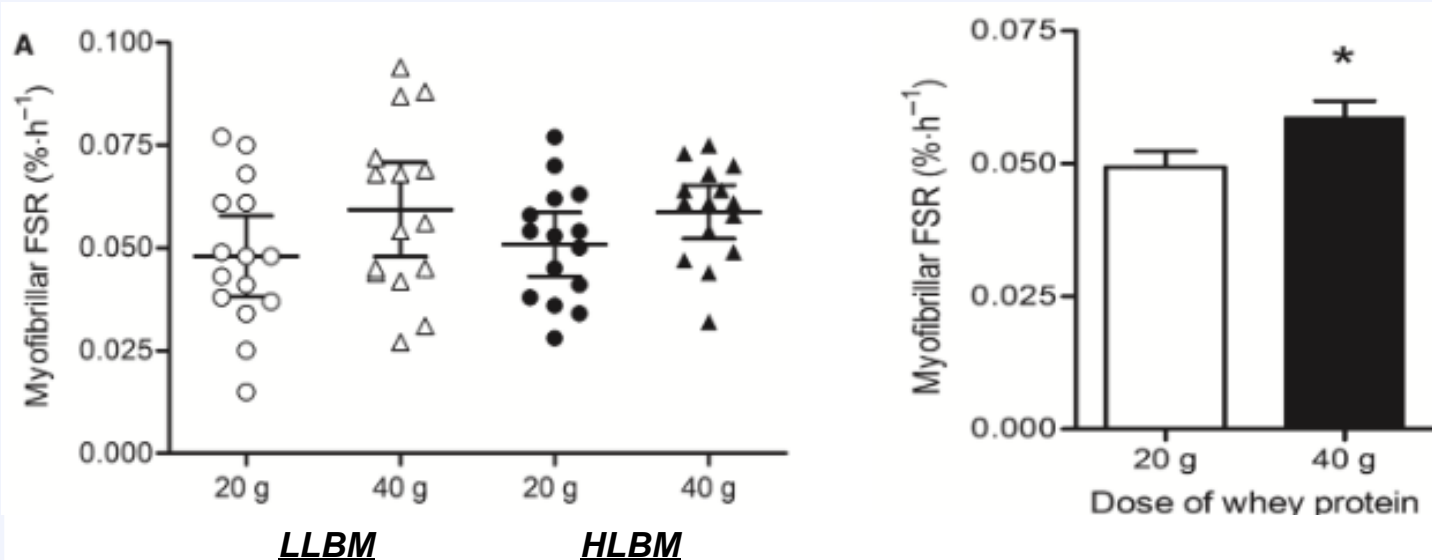


LES ÉCHANTILLONS PLASMATIQUES ONT ÉTÉ ANALYSÉS POUR LES NIVEAUX D'ACIDES AMINÉS DANS LE SANG.

POUR MESURER L'ACTIVATION DE LA SIGNALISATION DE LA SYNTHÈSE DES PROTÉINES, LES NIVEAUX D'ACTIVITÉ DE LA KINASE RIBOSOMALE P70 S6K1 (P70S6K1) ONT ÉTÉ ÉVALUÉS À PARTIR D'ÉCHANTILLONS DE BIOPSIE MUSCULAIRE.

LES RÉSULTATS DE L'ÉTUDE ONT CONTREDIT L'IDÉE INITIALE SELON LAQUELLE LA COMPOSITION CORPORELLE SANS GRAISSE DÉTERMINERAIT LA QUANTITÉ DE PROTÉINES REQUISE POUR UNE PRODUCTION PROTÉIQUE MUSCULAIRE (MPS) OPTIMALE.

EN EFFET, ON OBSERVE QUE LE GROUPE AVEC UN FAIBLE TAUX DE MASSE GRASSE (LLBM) EN COMPARAISON DE CELUI AVEC UN TAUX DE MASSE GRASSE PLUS IMPORTANT (HLBM) A EU UNE RÉACTION À LA DOSE DE PROTÉINE SIMILAIRE.



CEPENDANT, UNE OBSERVATION INTÉRESSANTE A ÉTÉ FAITE LORSQU'ON A EXAMINÉ L'ENSEMBLE DES PARTICIPANTS.

IL EST APPARU QU'IL Y AVAIT UNE AUGMENTATION SIGNIFICATIVE DE 20% DE LA MPS LORSQUE LES SUJETS CONSOMMAIENT 40 GRAMMES DE PROTÉINES DE LACTOSÉRUM PAR RAPPORT À 20 GRAMMES, APRÈS AVOIR PRATiqué UN ENTRAÎNEMENT BASÉ SUR LE POIDS DU CORPS. CE RÉSULTAT ÉTAIT INDÉPENDANT DE LEUR COMPOSITION CORPORELLE.

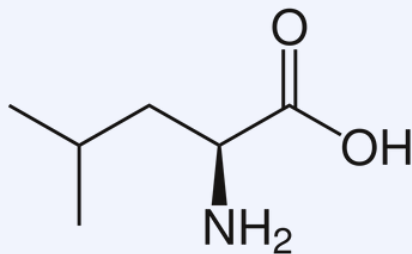
Table 4. Myofibrillar fractional synthetic rates for 20 and 40 g trials at different times after protein ingestion.

	20 g	40 g
0–180 min	0.0501 ± 0.0191	0.0613 ± 0.0243*
180–300 min	0.0471 ± 0.0218	0.0586 ± 0.0243*

Values are means ± SD. 0–180 min, first 180 min after ingestion of whey protein. 180–300 min, second period after ingestion of whey protein.

*Significantly different from 20 g at corresponding time period ($P < 0.05$).

EN OUTRE, EN OBSERVANT LES DONNÉES, ON CONSTATE QUE LA PRODUCTION PROTÉIQUE ÉTAIT SUPÉRIEURE AVEC UNE PRISE DE 40 GRAMMES DE PROTÉINES À DEUX MOMENTS DIFFÉRENTS : 180 MINUTES ET 300 MINUTES APRÈS L'EXERCICE, SANS CONSIDÉRATION DE LA COMPOSITION CORPORELLE.



LES NIVEAUX DE LEUCINE DANS LES MUSCLES ÉTAIENT PLUS ÉLEVÉS AVEC UNE PRISE DE 40 GRAMMES QU'AVEC 20 GRAMMES DE SUPPLÉMENT DE LACTOSÉRUM À 180 ET 300 MINUTES.

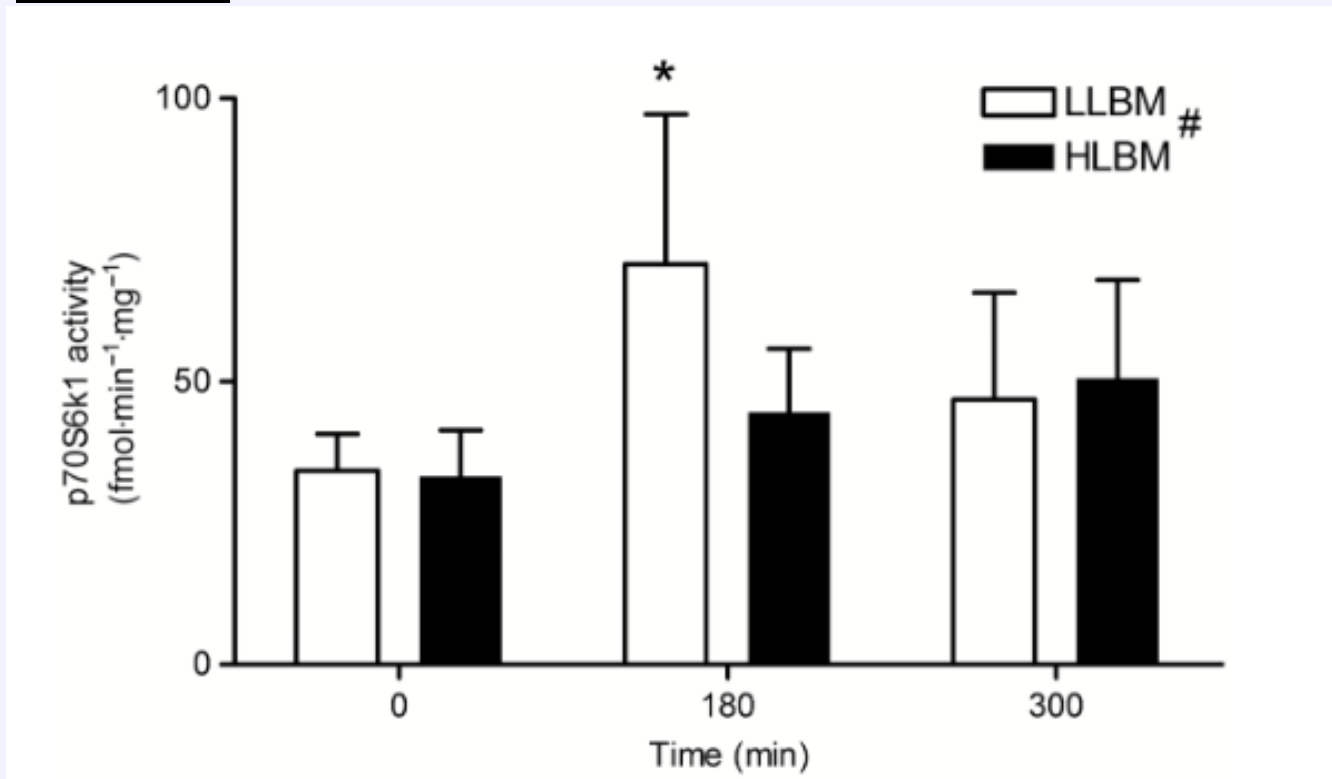
LA LEUCINE STIMULE FORTEMENT LES MÉCANISMES CELLULAIRES RÉGISSANT LA PRODUCTION DE PROTÉINES.

LA QUANTITÉ DE LEUCINE À L'INTÉRIEUR DES CELLULES ÉTAIT SUPÉRIEURE CHEZ LES INDIVIDUS AYANT UNE FAIBLE MASSE MAIGRE COMPARATIVEMENT À CEUX AVEC UNE GRANDE MASSE MAIGRE POUR LES DEUX QUANTITÉS DE PROTÉINES.

SELON LA FIGURE 3, L'EFFICACITÉ DE LA P70S6K1 ÉTAIT SIMILAIRE QUEL QUE SOIT L'APPORT EN PROTÉINES.

NÉANMOINS, CEUX AYANT UNE PETITE MASSE MAIGRE PRÉSENTAIENT UNE ACTIVATION ACCRUE DE LA P70S6K1 À 180 MINUTES, PROBABLEMENT DUE À UNE CONCENTRATION PLUS ÉLEVÉE DE LEUCINE À L'INTÉRIEUR DES CELLULES.

FIGURE 3



CONCLUSION ?

DANS L'ENSEMBLE, UNE DOSE DE 40 GRAMMES D'ISOLAT DE PROTÉINE DE LACTOSÉRUM APRÈS L'ENTRAÎNEMENT A STIMULÉ LA MPS PLUS EFFICACEMENT QU'UNE DOSE DE 20 GRAMMES.

CONTRAIREMENT À L'HYPOTHÈSE DES AUTEURS, LA MASSE CORPORELLE MAIGRE N'A PAS INFLUENCÉ LA QUANTITÉ DE PROTÉINES NÉCESSAIRE POUR UNE ACTIVATION MAXIMALE DE LA MPS.

CELA CONTRASTE AVEC DES TRAVAUX ANTÉRIEURS SUGGÉRANT QUE SEULEMENT 20-25 GRAMMES DE PROTÉINES DE LACTOSÉRUM SONT NÉCESSAIRES POUR UNE MPS MAXIMALE.

POURQUOI CE DÉSACCORD ?



L'INTENSITÉ DE L'ENGAGEMENT MUSCULAIRE LORS D'UN EXERCICE COMPLET POURRAIT EXPLIQUER LA DIFFÉRENCE AVEC LES ÉTUDES ANTÉRIEURES SE LIMITANT À 20-25 GRAMMES POUR OPTIMISER LA MPS.

D'AUTRES ÉLÉMENTS, TELS QUE LA TAILLE DE L'ÉCHANTILLON (30 PARTICIPANTS DANS CETTE ÉTUDE), POURRAIENT CONTRIBUER AUX DISPARITÉS AVEC DES ÉCHANTILLONS PLUS PETITS DANS DES ÉTUDES PRÉCÉDENTES.



EN RÉSUMÉ, BIEN QUE DES RECHERCHES SUPPLÉMENTAIRES SOIENT NÉCESSAIRES, CETTE ÉTUDE SUGGÈRE QUE 40 GRAMMES POURRAIENT ÊTRE PLUS EFFICACES QUE 20-25 GRAMMES POUR MAXIMISER LA MPS APRÈS L'ENTRAÎNEMENT.

IL EST IMPORTANT D'AVOIR DES APPORTS PROTÉIQUES ADÉQUATS POUR LA RÉCUPÉRATION ET LA CROISSANCE MUSCULAIRE, ET UNE LÉGÈRE SURCONSOMMATION POURRAIT MÊME ÊTRE BÉNÉFIQUE.

DES ÉTUDES FUTURES POURRAIENT PRÉCISER LES BESOINS EN PROTÉINES EN FONCTION DES PROFILS INDIVIDUELS ET DES MODALITÉS D'ENTRAÎNEMENT.

EST-IL IMPORTANT DE CONSOMMER IMMÉDIATEMENT UNE SOURCE DE PROTÉINE APRÈS L'ENTRAÎNEMENT ?



L'ESSAI RÉCENT A EXAMINÉ L'EFFET DE LA CONSOMMATION DE PROTÉINES POST-EXERCICE.

UN DÉBAT EXISTE SUR LA NÉCESSITÉ ABSOLUE DE CETTE ACTION.

LA THÉORIE D'UNE PÉRIODE POST-EXERCICE (FENÊTRE ANABOLIQUE) PROPICE À LA RÉGÉNÉRATION MUSCULAIRE EST DISCUTÉE DANS LA RECHERCHE.

D'UN CÔTÉ...

LA SYNTHÈSE PROTÉIQUE MUSCULAIRE EST RECONNUE COMME ÉTANT PLUS MARQUÉE AVEC UNE CONSOMMATION IMMÉDIATE DE PROTÉINES APRÈS L'EXERCICE.

DE L'AUTRE...

ON NE SAIT PAS ENCORE SI CETTE AUGMENTATION INITIALE DE LA SYNTHÈSE PROTÉIQUE POST-EXERCICE EST ESSENTIELLE POUR UNE RÉCUPÉRATION ET UNE CROISSANCE OPTIMALE À LONG TERME.



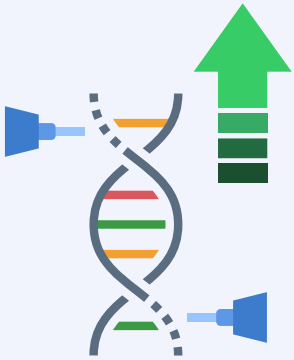
LES ACTIVITÉS DE RÉSISTANCE INDUISENT UN STRESS MÉCANIQUE ET MÉTABOLIQUE, ENDOMMAGEANT LES MUSCLES ET NÉCESSITANT UNE RÉGÉNÉRATION POST-EXERCICE.

BIEN QUE LE TIMING DE LA CONSOMMATION DE PROTÉINES SOIT DÉBATTU, IL EST BÉNÉFIQUE, QUE CE SOIT ESSENTIEL OU NON.

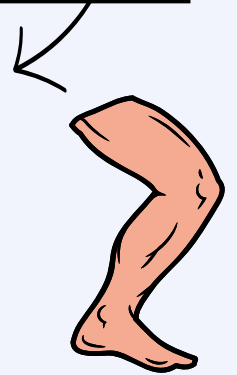
EST-CE QUE LA MASSE MAIGRE EST UN FACTEUR CONCERNANT LE DOSAGE EN PROTÉINES À PRENDRE ?



LES RÉSULTATS INDIQUENT QUE LE POIDS DES MUSCLES NE JOUE PAS DIRECTEMENT DANS LA DÉTERMINATION DE LA QUANTITÉ DE PROTÉINES REQUISE POUR STIMULER LA PRODUCTION DE PROTÉINES MUSCULAIRES APRÈS L'EXERCICE.



EN RÉALITÉ, C'EST LA NATURE DE L'EXERCICE COUVRANT TOUT LE CORPS QUI A DÉCLENCHÉ UNE AUGMENTATION DE LA SYNTHÈSE PROTÉIQUE MUSCULAIRE (MPS) LORS DE LA CONSOMMATION DE 40 GRAMMES DE PROTÉINES COMPARATIVEMENT À 20 GRAMMES.



SI CETTE OBSERVATION DÉCOULE DU FAIT QUE PLUS DE MUSCLES SONT SOLLICITÉS DANS UN ENTRAÎNEMENT TOTAL DU CORPS QUE DANS DES EXERCICES CIBLANT UNIQUEMENT LES JAMBES, ALORS LE POIDS DES MUSCLES POURRAIT À UN MOMENT DONNÉ INFLUENCER CE PROCESSUS.

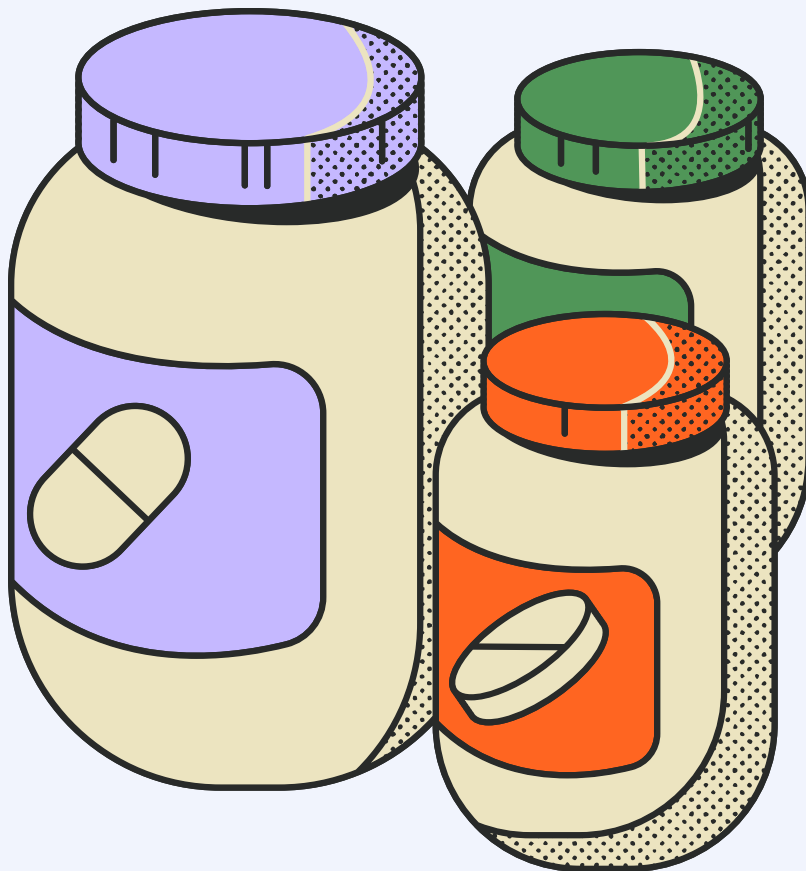
EXEMPLE : COMPARONS UNE PERSONNE DE PETITE TAILLE ET MINCE AYANT 32 KILOGRAMMES DE MASSE MUSCULAIRE À UNE AUTRE PLUS GRANDE AVEC 95 KILOGRAMMES DE MUSCLES.



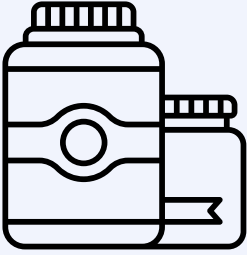
SI C'EST PRINCIPALEMENT LE VOLUME TOTAL DE MUSCLES ACTIVÉS QUI DÉTERMINE LA QUANTITÉ DE PROTÉINES NÉCESSAIRES, ALORS, TOUTES CHOSES ÉGALES PAR AILLEURS, LA PERSONNE AVEC PLUS DE MUSCLES AURAIT BESOIN DE DAVANTAGE DE PROTÉINES APRÈS L'EXERCICE POUR STIMULER AU MIEUX LA MPS. IL EST ESSENTIEL D'APPROFONDIR LES RECHERCHES POUR CLARIFIER CETTE HYPOTHÈSE.



GLUTAMINE LE COMPLÉMENT INCOMPRIS !



CE CHAPITRE A POUR BUT PREMIER DE DÉBUNKER LA GLUTAMINE ET POUR EN FINIR UNE BONNE FOIS POUR TOUTES AVEC LES INEPTIES AUTOUR DE CELLE-CI.



PARMI LES COMPLÉMENTS ALIMENTAIRES LES PLUS UTILISÉS SUR LE MARCHÉ DANS LE MONDE DE LA MUSCULATION, NOUS RETROUVONS LA GLUTAMINE. CETTE DERNIÈRE EST UTILISÉE À TOUTES LES SAUCES :

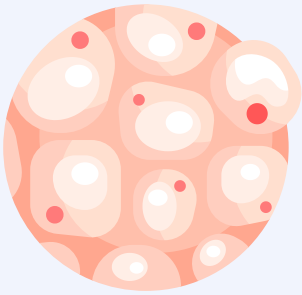
- LE MATIN À JEUN,
- APRÈS CHACUN DES REPAS,
- EN POST-TRAINING, EN PRÉ-TRAINING, EN INTRA-TRAINING.

...

1) « JE TE FAIS PRENDRE DE LA GLUTAMINE POUR AUGMENTER LA PRISE DE MUSCLE ! »

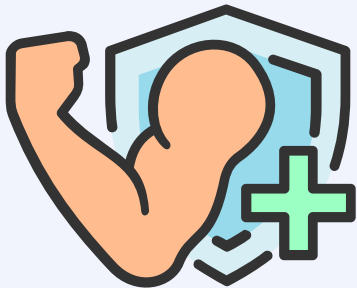
Étude : 146 / 147 / 148 / 149 / 150 / 151 / 152 / 153 / 154 / 155

LA GLUTAMINE EST UN ACIDE AMINÉ ÉTROITEMENT LIÉ À L'HOMÉOSTASIE MUSCULAIRE ET À LA SYNTHÈSE DES PROTÉINES MUSCULAIRES, OÙ UN EXCÈS PROVOQUE UN ANABOLISME ET EMPÊCHE LA DÉGRADATION, TANDIS QU'UN DÉFICIT PROVOQUE UN CATABOLISME.



DES ÉTUDES INDIQUENT QUE SON ADMINISTRATION DIRECTE PEUT INFLUENCER CE PROCESSUS (ANABOLISME), LA GLUTAMINE AMPLIFIE LES EFFETS DE LA LEUCINE SUR LES CELLULES MUSCULAIRES.

CETTE DERNIÈRE DIMINUE LE NIVEAU D'OXYDATION DE LA LEUCINE ET AUGMENTE SA RÉTENTION.



DES RECHERCHES SUR DIFFÉRENTES CELLULES ONT RÉVÉLÉ QUE LA QUANTITÉ DE PROTÉINES MUSCULAIRES PRODUITES AUGMENTE AVEC LA DOSE DE GLUTAMINE.

DE PLUS, CETTE TENDANCE SE CONFIRME LORSQUE LA CONCENTRATION DE GLUTAMINE DANS LE SANG AUGMENTE À LA SUITE D'INJECTIONS.

MAIS ELLE NE SEMBLE PAS NÉCESSAIREMENT FAVORISER L'AUGMENTATION DE LA MASSE MUSCULAIRE, NOTAMMENT LORSQU'ELLE EST ASSOCIÉE À L'EXERCICE EN RÉSISTANCE OU À D'AUTRES SUPPLÉMENTS (COMME LA CRÉATINE PAR EXEMPLE).

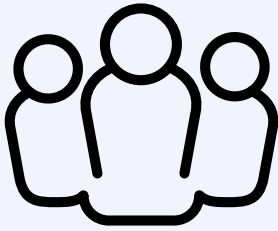


EN CONCLUSION, BIEN QU'IMPACTANTE EN LABORATOIRE, LA SUPPLÉMENTATION EN GLUTAMINE CHEZ L'HOMME NE SEMBLE PAS INVARIABLEMENT STIMULER LA SYNTHÈSE PROTÉIQUE MUSCULAIRE.

2) « JE TE FAIS PRENDRE DE LA GLUTAMINE POUR AUGMENTER LA PUISSANCE / FORCE »

Étude : 153 / 156

L'OBJECTIF DE CETTE RECHERCHE EN DOUBLE AVEUGLE ÉTAIT D'ANALYSER SI PRENDRE DE LA GLUTAMINE EN GRANDE QUANTITÉ INFLUENÇAIT LES RÉSULTATS EN MATIÈRE D'EXERCICES DE FORCE.



6 SPORTIFS SPÉCIALISÉS

MOYENNE ÂGE : 21,5 ± 0,3 ANS

MASSE : 76,5 KG ± 2,8



ILS ONT PRATiqué DES ROUTINES DE RENFORCEMENT MUSCULAIRE APRÈS AVOIR CONSOMMÉ SOIT DE LA GLUTAMINE, SOIT DE LA GLYCINE (0,3 G/KG) DILUÉES DANS UNE BOISSON FRUITÉE SANS CALORIE OU UNE BOISSON TÉMOIN (JUSTE LA BOISSON FRUITÉE SANS CALORIE).

CHAQUE PARTICIPANT A ESSAYÉ CHACUNE DES 3 SOLUTIONS DANS UN ORDRE CHOISI AU HASARD.



APRÈS UNE HEURE DE LA PRISE, ILS ONT RÉALISÉ 4 CYCLES D'EFFORTS PHYSIQUES INTENSES (2 SÉRIES DE PRESSE À CUISSES AVEC LES JAMBES À 200% DE LEUR PDC, 2 SÉRIES DE DÉVELOPPÉ COUCHÉ À 100% DE LEUR PDC).

LE NOMBRE MOYEN DE RÉPÉTITIONS MAXIMALES RÉALISÉES N'ÉTAIT PAS DIFFÉRENT, QUE CE SOIT POUR LA PRESSE À CUISSES OU LES SÉRIES DE DÉVELOPPÉ COUCHÉ (ENTRE LES TROIS ENSEMBLES).



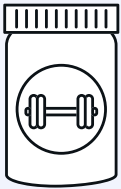
LA PRISE DE 300 MG/KG DE GLUTAMINE CHEZ DES PRATIQUANTS DE MUSCULATION EN BONNE FORME PHYSIQUE N'A PAS MONTRÉ DE DIFFÉRENCE NOTABLE EN TERMES DE PERFORMANCE PAR RAPPORT À UN PLACEBO.

DE LA MÊME MANIÈRE, MÊME EN AUGMENTANT LA DOSE À 900 MG/KG SUR LE POIDS SANS GRAISSE, AUCUN CHANGEMENT SIGNIFICATIF N'A ÉTÉ OBSERVÉ CHEZ D'AUTRES GROUPES ACTIFS.

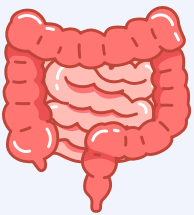
CES INFORMATIONS MONTRENT QUE LA CONSOMMATION DE GLUTAMINE N'AMÉLIORE PAS LES RÉSULTATS D'EXERCICES DE FORCE CHEZ CES SPORTIFS SPÉCIALISÉS.

3) « JE TE FAIS PRENDRE DE LA GLUTAMINE POUR AMÉLIORER TA DIGESTION » (DANS UN CADRE OU LA PERSONNE NE SOUFFRE PAS DE PROBLÈMES DIGESTIFS) »

Étude: 157



LA GLUTAMINE (GLN) EST L'UN DES ACIDES AMINÉS LES PLUS ABONDANTS DANS L'ORGANISME. ELLE EST CRUCIALE POUR DIVERS PROCESSUS CELLULAIRES.



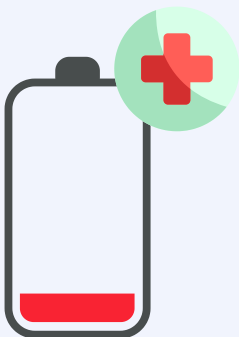
LA MAJEURE PARTIE DE LA GLUTAMINE EST PRODUITE DANS LES MUSCLES SQUELETTIQUES ET MÉTABOLISÉE DANS L'INTESTIN, LE FOIE ET LES REINS.



ELLE AGIT COMME CARBURANT POUR LES CELLULES, EN PARTICULIER LES CELLULES IMMUNITAIRES, LES ENTÉROCYTES ET LES CELLULES TUMORALES.

ELLE EST ÉGALEMENT UN PRÉCURSEUR POUR LA SYNTHÈSE DE GLUCOSE, DE PROTÉINES ET D'ACIDES NUCLÉIQUES, ET JOUE UN RÔLE DE SIGNALISATION DANS PLUSIEURS PROCESSUS.

ELLE EST ÉGALEMENT IMPLIQUÉE DANS L'EXPRESSION DES GÈNES, LA PRODUCTION DE CYTOKINES ET D'HORMONES, LE MÉTABOLISME DES PROTÉINES MUSCULAIRES ET LA PROLIFÉRATION CELLULAIRE.



L'ÉPUISEMENT DE LA GLUTAMINE SE DÉVELOPPE CHEZ DE NOMBREUX PATIENTS ATTEINTS D'UNE MALADIE GRAVE, ET SON FAIBLE NIVEAU CONSTITUE UN FACTEUR DE RISQUE INDÉPENDANT DE MORTALITÉ.

PAR CONSÉQUENT, LA GLUTAMINE EST CLASSÉE COMME UN ACIDE AMINÉ INDISPENSABLE, DONT LE REMPLACEMENT CONSTITUE UNE APPROCHE THÉRAPEUTIQUE RATIONNELLE DANS LES SITUATIONS DE SANTÉ DÉFICIENTES EN GLUTAMINE.

DANS UN CERTAIN NOMBRE D'ÉTUDES ANIMALES ET HUMAINES, LES EFFETS FAVORABLES DE LA GLUTAMINE SUR L'ÉQUILIBRE AZOTÉ, LES FONCTIONS IMMUNITAIRES ET L'INTÉGRITÉ INTESTINALE ONT ÉTÉ DÉMONTRÉS.



Équilibre azoté



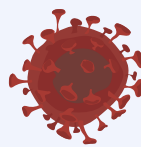
Système
Immunitaire



Intégrité
intestinale



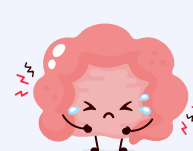
Patients en
Soins Intensif



Patients VIH



Patients cancéreux
sous chimiothérapie



Patients ayant
MICI



Troubles
musculaires
spécifiques



L'APPLICATION DES MÉTHODES DE TOXICOLOGIE POUR L'ÉVALUATION DE LA SÉCURITÉ DE LA CONSOMMATION ACCRUE D'ACIDES AMINÉS EST PROBLÉMATIQUE.

LES MÉDICAMENTS ET LES XÉNOBIOTIQUES NE SONT PAS DES NUTRIMENTS ET NE SONT PAS SYNTHÉTISÉS DANS LE CORPS.

CONTRAIREMENT À LA GLUTAMINE, LEUR CONSOMMATION DEVRAIT ÊTRE ÉVITÉE OU ÊTRE AUSSI FAIBLE QUE POSSIBLE.

NÉANMOINS, LE FAIT QU'UNE SUBSTANCE SOIT UN NUTRIMENT NE SIGNIFIE PAS NÉCESSAIREMENT QUE SON UTILISATION ACCRUE EST SANS DANGER.

LES EFFETS BÉNÉFIQUES DE L'APPORT EN GLUTAMINE POURRAIENT SIMPLEMENT RÉSULTER DE LA CORRECTION DES DÉSAVANTAGES RÉSULTANT DE SA CARENCE.

DE CE POINT DE VUE, IL EST DIFFICILE DE CROIRE QUE LES EFFETS POSITIFS DE LA SUPPLÉMENTATION EN GLUTAMINE OBSERVÉS CHEZ LES PATIENTS PRÉSENTANT UNE CARENCE EN GLUTAMINE APPARAISSENT ÉGALEMENT CHEZ CEUX AYANT DES RÉSERVES DE GLUTAMINE DANS LES GAMMES PHYSIOLOGIQUES.

DES RECHERCHES SUGGÈRENT QUE DES CONSOMMATIONS EXCESSIVES DE GLUTAMINE POURRAIENT MODIFIER DIVERSES VOIES BIOCHIMIQUES ET FONCTIONS CELLULAIRES, AVEC DES RÉPONSES INATTENDUES DANS DIFFÉRENTES CONDITIONS PHYSIOLOGIQUES ET PATHOLOGIQUES.

DES ÉTUDES À LONG TERME SUR LA SUPPLÉMENTATION EN GLUTAMINE SONT LIMITÉES, ET LES CONSÉQUENCES NÉGATIVES POTENTIELLES COMPRENNENT :

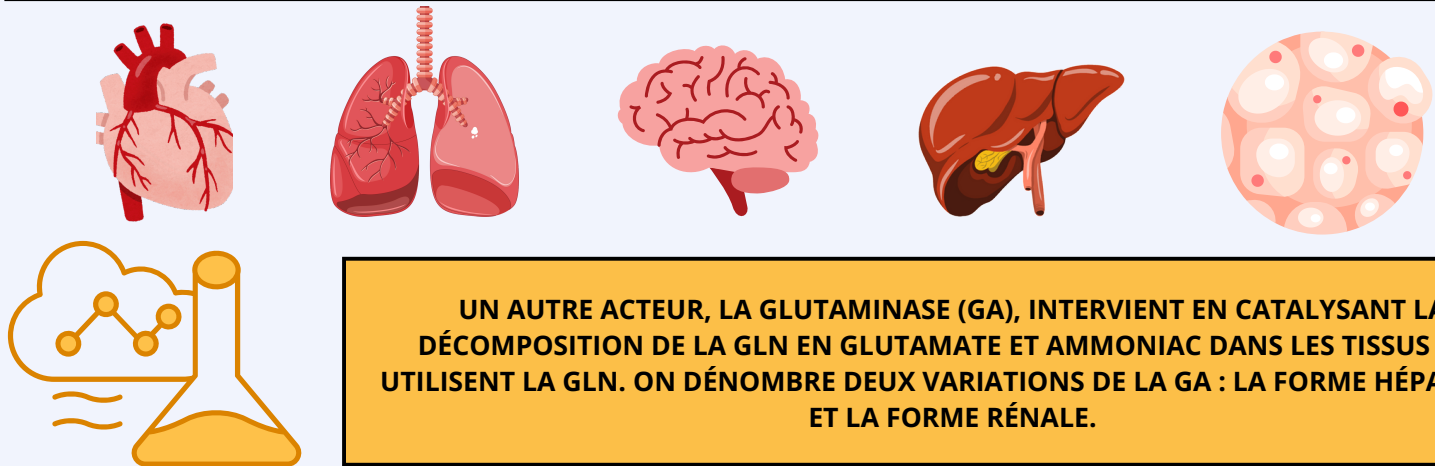
- MODIFICATIONS DU TRANSPORT D'ACIDES AMINÉS À TRAVERS DE LA MEMBRANE CELLULAIRE
- PRODUCTION ACCRUE DE MÉTABOLITES DE LA GLUTAMINE DUE À LA DÉGRADATION ACCRUE DE LA GLUTAMINE
- ACCUMULATION DE PRÉCURSEURS DE GLUTAMINE EN RAISON DE LA SYNTHÈSE ENDOGÈNE ALTÉRÉE DE LA GLUTAMINE
- ALTÉRATIONS DES CONCENTRATIONS D'ACIDES AMINÉS
- MODIFICATIONS DU SYSTÈME IMMUNITAIRE
- EFFET SUR LA CROISSANCE TUMORALE
- CONSÉQUENCES APRÈS L'ARRÊT DE LA SUPPLÉMENTATION.

EN CONCLUSION, BIEN QUE LA GLUTAMINE SOIT ESSENTIELLE DANS CERTAINES SITUATIONS MÉDICALES, SON IMPACT SUR LA SANTÉ GÉNÉRALE, EN PARTICULIER CHEZ LES INDIVIDUS EN BONNE SANTÉ, RESTE COMPLEXE ET NÉCESSITE D'AVANTAGE DE RECHERCHE.

EN PRÉSENCE D'ATP (ADÉNOSINE TRIPHOSPHATE), UN PROCESSUS EST DÉCLENCHÉ PAR LA GLUTAMINE SYNTHÉTASE (GS), CONDUISANT À LA TRANSFORMATION IRRÉVERSIBLE DU GLUTAMATE ET DE L'AMMONIAC EN GLUTAMINE. LE PRINCIPAL LIEU OÙ CETTE CONVERSION A LIEU AINSI QUE LA PRODUCTION DE GLUTAMINE EST LE TISSU MUSCULAIRE.

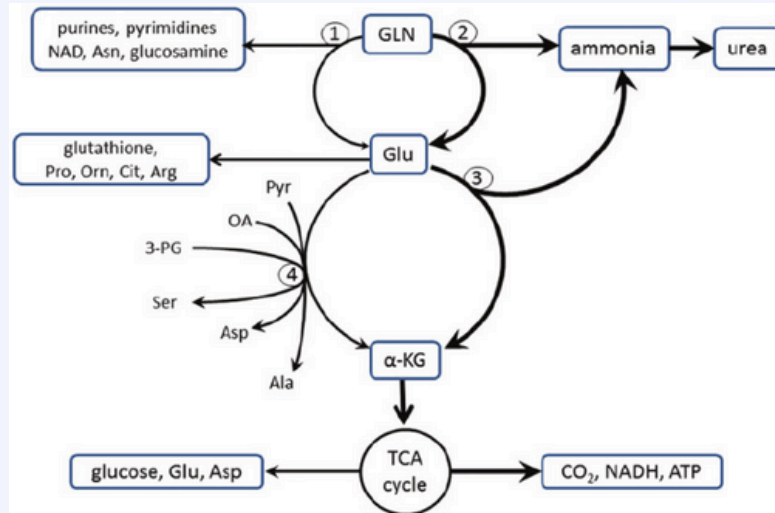
LA GS JOUE ÉGALEMENT UN RÔLE SIGNIFICATIF DANS DIVERS ORGANES TELS QUE LE CERVEAU, LE CŒUR, LES POUMONS, LE FOIE ET LE TISSU ADIPEUX.

DANS PLUSIEURS TISSUS, L'ACTION EXCLUSIVE DE LA GS PERMET D'ÉLIMINER L'AMMONIAC LIBRE DU CYTOSOL.



UN AUTRE ACTEUR, LA GLUTAMINASE (GA), INTERVIENT EN CATALYSANT LA DÉCOMPOSITION DE LA GLN EN GLUTAMATE ET AMMONIAC DANS LES TISSUS QUI UTILISENT LA GLN. ON DÉNOMBRE DEUX VARIATIONS DE LA GA : LA FORME HÉPATIQUE ET LA FORME RÉNALE.

FIGURE 1



LA PREMIÈRE SE TROUVE DANS LES HÉPATOCTES PÉRIPORTAUX (CELLULES HÉPATIQUES) ET ASSOCIE LA PRODUCTION D'AMMONIAC À LA SYNTHÈSE D'URÉE.

LA SECONDE EST PRÉSENTE DANS LES TISSUS NON HÉPATIQUES, PRINCIPALEMENT LES INTESTINS, LES REINS ET LES CELLULES IMMUNITAIRES, OÙ LA GLN Y EST FORTEMENT EXPLOITÉE.

CETTE DÉGRADATION DE LA GLN GÉNÈRE DIVERS MÉTABOLITES ET IMPACTE PLUSIEURS VOIES MÉTABOLIQUES (REPRÉSENTÉES DANS LA FIGURE 1).

L'ACTIVITÉ DE LA GS ET DE LA GA EST ÉTROITEMENT INFLUENCÉE PAR LES SUBSTRATS ET LES PRODUITS DE LEURS RÉACTIONS RESPECTIVES.

DES RECHERCHES ANIMALES ONT RÉVÉLÉ QU'UNE AUGMENTATION DE LA CONCENTRATION EN GLN A POUR EFFET DE RÉDUIRE L'ACTIVITÉ DE LA GS TOUT EN AMPLIFIANT CELLE DE LA GA, AUSSI BIEN EN CONDITIONS EXPÉRIMENTALES QU'EN SITUATION RÉELLE.

PAR CONSÉQUENT, L'EXCÈS DE GLN FAVORISE SON OXYDATION DANS LES TISSUS AVEC UNE FORTE ACTIVITÉ DE GA, TANDIS QUE SA SYNTHÈSE DIMINUE DANS LES TISSUS RICHES EN GS.

COMME LES SUBSTRATS DE LA GS ET LES PRODUITS DE LA GA SONT IDENTIQUES (GLUTAMATE ET AMMONIAC), UNE SURABONDANCE DE GLN PEUT INTENSIFIER LA PRODUCTION DE GLUTAMATE ET D'AMMONIAC EN INHIBANT LA GS ET EN FAVORISANT LA GA, CE QUI PEUT AVOIR UN IMPACT NÉGATIF SUR L'ORGANISME.

ÉTANT DONNÉ LA DISTRIBUTION SPÉCIFIQUE DE LA GS ET DE LA GA DANS LES TISSUS, LES EFFETS D'UNE AUGMENTATION DE LA CONSOMMATION DE GLN VARIENT EN FONCTION DES TISSUS CONCERNÉS.

LES TISSUS RICHES EN GA (INTESTINS, FOIE, REINS) ONT LA CAPACITÉ D'ACCROÎTRE LA PRODUCTION DE GLUTAMATE ET D'AMMONIAC, TANDIS QUE CEUX RICHES EN GS (MUSCLE SQUELETTIQUE) PEUVENT SUBIR DES ALTÉRATIONS DUES À UNE UTILISATION MODIFIÉE.

DANS LE CERVEAU, OÙ LA GS ET LA GA SONT TOUTES DEUX SIGNIFICATIVEMENT PRÉSENTES, L'ÉLEVATION DES NIVEAUX D'AMMONIAC ET DE GLUTAMATE PEUT RÉSULTER DE CHANGEMENTS DANS LA SYNTHÈSE ET LA DÉGRADATION DE LA GLN.



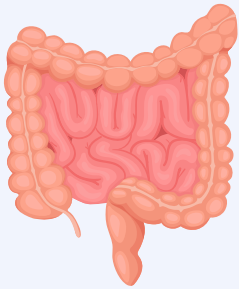
LA RÉGULATION DES SYSTÈMES DE TRANSPORTEURS DE GLUTAMINE (GLN) N'EST PAS COMPLÈTEMENT ÉLUCIDÉE, ET DAVANTAGE DE RECHERCHES SONT NÉCESSAIRES POUR COMPRENDRE LEUR RÔLE DANS LA DISTRIBUTION DE GLN ENTRE LES DIFFÉRENTS TISSUS.

ÉTANT DONNÉ QUE LES TRANSPORTEURS CELLULAIRES SONT PARTAGÉS PAR DIVERS ACIDES AMINÉS, UNE AUGMENTATION DE LA DISPONIBILITÉ DE GLN PEUT PERTURBER LE TRANSPORT DE CES ACIDES AMINÉS AU TRAVERS DE LA MEMBRANE CELLULAIRE ET LEUR RÉPARTITION ENTRE LES TISSUS.



UN RÔLE CRUCIAL DANS L'ABSORPTION DU SODIUM (Na^+) DÉPENDANT DES ACIDES AMINÉS AU NIVEAU DE LA SURFACE DES CELLULES ÉPITHÉLIALES DES INTESTINS ET DES REINS EST JOUÉ PAR UN SYSTÈME DE TRANSPORTEUR B0.

IL POSSÈDE UNE FAIBLE SPÉCIFICITÉ POUR LES ACIDES AMINÉS MAIS UNE FORTE ACTIVITÉ.



ON PEUT SUPPOSER QUE LA CONCENTRATION ÉLEVÉE DE GLN DANS LA LUMIÈRE INTESTINALE ET LES TUBULES RÉNAUX PEUT RALENTIR LE DÉPLACEMENT DES AUTRES ACIDES AMINÉS À TRAVERS L'ÉPITHÉLIUM.

CELA POURRAIT POTENTIELLEMENT ALTÉRER L'ABSORPTION INTESTINALE DE CERTAINS ACIDES AMINÉS ET PROVOQUER DES CONCENTRATIONS PLUS ÉLEVÉES DE CERTAINS D'ENTRE EUX DANS L'URINE.

CES CHANGEMENTS POURRAIENT CONTRIBUER À EXPLIQUER LA BAISSSE DE L'AMINACIDÉMIE CONSTATÉE À LA SUITE D'UNE AUGMENTATION DE L'APPORT EN GLN, TANT CHEZ LES ANIMAUX QUE CHEZ LES HUMAINS.

LE TRANSPORTEUR CELLULAIRE DE GLN LE PLUS SPÉCIFIQUE EST LE TRANSPORTEUR N (EN PARTICULIER SN1).

IL EST SPÉCIFIQUE À LA GLN ET À L'HISTIDINE, AVEC UNE MOINDRE AFFINITÉ POUR L'ASPARAGINE.

CE TRANSPORTEUR PERMET LE PASSAGE BIDIRECTIONNEL DE GLN À TRAVERS LA MEMBRANE CELLULAIRE EN RÉPONSE AUX GRADIENTS DE GLN, DE Na^+ (ION SODIUM) ET DE PH.

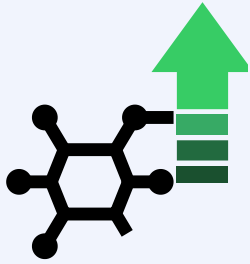
IL FAVORISE L'ACCUMULATION DE GLN DANS LES HÉPATOCYTES ET LES CELLULES RÉNALES, AINSI QUE SA LIBÉRATION DEPUIS LE MUSCLE SQUELETTIQUE.

CEPENDANT, EN RAISON DE LA COMPÉTITION ENTRE GLN ET L'HISTIDINE POUR CE TRANSPORTEUR, DES CHANGEMENTS DANS CES SYSTÈMES POURRAIENT EXPLIQUER L'AUGMENTATION DES NIVEAUX D'HISTIDINE DANS LE SANG ET LES MUSCLES CHEZ LES ANIMAUX SUIVANT UN RÉGIME RICHE EN GLN.

C'EST POUR CETTE RAISON QU'IL PEUT ÊTRE DÉCONSEILLÉ DE CONSOMMER DE LA GLUTAMINE DANS LE CADRE D'UNE INTOLÉRANCE À L'HISTAMINE.

UN AUTRE TRANSPORTEUR D'ACIDES AMINÉS NEUTRES COUPLÉ AU SODIUM ET PRÉSENT DANS DE NOMBREUX TISSUS EST LE SYSTÈME A.

CE SYSTÈME MONTRE ÉGALEMENT UNE COMPÉTITION ENTRE LES ACIDES AMINÉS PARTAGEANT CE TRANSPORTEUR, COMME MIS EN ÉVIDENCE PAR LES RECHERCHES (DE YANG ET AL.) OÙ LA GLUTAMINE, L'ALANINE ET LA SÉRINE SONT EN CONCURRENCE POUR CE TRANSPORTEUR.



UNE ÉLÉVATION DE LA CONCENTRATION EXTRACELLULAIRE DE GLUTAMINE PEUT IMPACTER LE FONCTIONNEMENT DU TRANSPORTEUR L, QUI AGIT COMME UN ÉCHANGEUR D'ACIDES AMINÉS.

IL FACILITE L'ABSORPTION DE PLUSIEURS ACIDES AMINÉS ESSENTIELS DEPUIS L'ESPACE EXTRACELLULAIRE TOUT EN FAVORISANT LA SORTIE D'AUTRES ACIDES AMINÉS DU CYTOSOL.



DANS DES CONDITIONS DE CONCENTRATION ÉLEVÉE DE GLUTAMINE, UN AFFLUX RÉDUIT DE GLUTAMINE À CAUSE DE SA CONCENTRATION EXTERNE PEUT PERTURBER L'ENTRÉE ET APPAUVRIR LES CELLULES EN DIVERS ACIDES AMINÉS.



CELA EST PARTICULIÈREMENT NOTABLE DANS LE MUSCLE SQUELETTIQUE ET LE CERVEAU, OÙ LA MAJEURE PARTIE DE LA GLUTAMINE ENDOGÈNE EST PRODUITE ET LIBÉRÉE DANS LA CIRCULATION SANGUINE.

DES ÉTUDES (PAR SVANBERG ET AL) ONT MIS EN ÉVIDENCE QUE CHEZ DES INDIVIDUS EN BONNE SANTÉ, UNE PERFUSION D'UNE SOLUTION ENRICHIE EN GLUTAMINE/TYROSINE IMPACTE L'ABSORPTION DE MÉTHIONINE ET DE PHÉNYLALANINE PAR LES TISSUS DES MEMBRES SUPÉRIEURS ET INFÉRIEURS.



L'ACTIVITÉ DE L'ENZYME GLUTAMINASE (GA) EST SIGNIFICATIVEMENT ÉLEVÉE DANS LES INTESTINS, OÙ DE GRANDES QUANTITÉS DE GLUTAMINE (GLN) SONT MÉTABOLISÉES.

CETTE GLUTAMINE SERT À LA FOIS DE SOURCE D'ÉNERGIE ET DE DONNEUR D'AZOTE POUR LA SYNTHÈSE DE NUCLÉOTIDES, DE GLUCOSAMINE ET D'ACIDES AMINÉS.

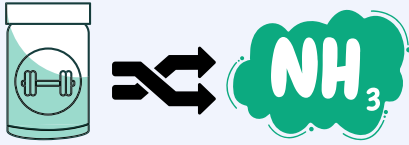


LORSQU'UNE ALIMENTATION RICHE EN GLUTAMINE EST CONSOMMÉE, LE TRANSPORT DE LA GLUTAMINE À LA SURFACE DES ENTÉROCYTES AUGMENTE, TOUT COMME L'ACTIVITÉ DE LA GLUTAMINASE.

DES ÉTUDES ONT MONTRÉ UNE AUGMENTATION DES DIFFÉRENTS MÉTABOLITES LIÉS À LA GLUTAMINE À LA SUITE D'UNE COURTE PÉRIODE D'APPORT ÉLEVÉ EN GLUTAMINE.

DANS DES CONDITIONS PLUS CHRONIQUES, LES CONCENTRATIONS PLASMATIQUES D'ORNITHINE, DE CITRULLINE, D'ARGININE ET DE PROLINE ONT ÉTÉ OBSERVÉES COMME INCHANGÉES VOIRE RÉDUITES.

CELA SUGGÈRE QU'UNE CONSOMMATION ACCRUE DE GLN A UN IMPACT LIMITÉ SUR LA FORMATION DE COMPOSÉS DANS LESQUELS LA GLN AGIT COMME UNE SOURCE DE CARBONE.



DANS L'INTESTIN, LA MAJORITÉ DE LA GLUTAMINE SUPPLÉMENTAIRE SUBIT UNE CONVERSION EN AMMONIAC ET EN GLUTAMATE, AUGMENTANT AINSI LA CHARGE D'AMMONIAC AU NIVEAU HÉPATIQUE.

LE FOIE DOIT MÉTABOLISER L'AMMONIAC, LA GLUTAMINE ET LE GLUTAMATE, CETTE AUGMENTATION PEUT AVOIR DES CONSÉQUENCES SUR LA FONCTION HÉPATIQUE.



DE PLUS, UNE AUGMENTATION DE LA CONSOMMATION DE GLUTAMINE PEUT ENTRER EN CONCURRENCE AVEC L'ABSORPTION INTESTINALE DE PLUSIEURS ACIDES AMINÉS, POUVANT POTENTIELLEMENT PERTURBER LE MÉTABOLISME DES ACIDES AMINÉS ET DES PROTÉINES DANS LES INTESTINS, LE FOIE ET L'ENSEMBLE DE L'ORGANISME.

L'ADAPTATION DU CORPS À UNE CONSOMMATION PROLONGÉE DE FORTES QUANTITÉS DE GLUTAMINE (GLN) IMPLIQUE L'ACTIVATION DE MÉCANISMES DE DÉGRADATION DE LA GLN ET LA SUPPRESSION DE LA PRODUCTION INTERNE DE GLN.

DES PREUVES SONT VISIBLES PAR L'ACCROISSEMENT DE L'ACTIVITÉ DE LA GLUTAMINASE (GA) DANS LES INTESTINS ET LE FOIE.

DE PLUS, ON CONSTATE LA RÉDUCTION DES NIVEAUX DE PROTÉINE G-S (FAMILLE PRINCIPALE DES PROTÉINES G) DANS LES MUSCLES SQUELETTIQUES, LE FOIE ET LES POUMONS.

ON Y TROUVE ÉGALEMENT UNE ÉLÉVATION DES ENZYMES DU CYCLE DE L'URÉE ET UNE AUGMENTATION DÉPENDANTE DES ACIDES AMINÉS DANS L'ACTIVITÉ DU SYSTÈME N HÉPATIQUE.

SI LA CONSOMMATION CHRONIQUE DE GLN EST INTERROMPUE, CES RÉPONSES ADAPTATIVES POURRAIENT CONDUIRE À UNE CARENCE EN GLN DANS LES LIQUIDES CORPORELS, ASSOCIÉE À DES PROBLÈMES DE SANTÉ RÉSULTANT DU MANQUE DES EFFETS POSITIFS DE LA GLN SUR L'ORGANISME.



POUR METTRE CETTE HYPOTHÈSE À L'ÉPREUVE, DES ÉTUDES ONT ÉTÉ MENÉES AVEC DES RATS SOUMIS À UN RÉGIME STANDARD OU ENRICHİ EN GLN PENDANT TROIS MOIS.

LES CHANGEMENTS DANS LES NIVEAUX D'ACIDES AMINÉS, LES LIQUIDES CORPORELS ET LE MÉTABOLISME DES PROTÉINES CHEZ LES RATS NOURRIS ET À JEUN PENDANT 24 HEURES ONT ÉTÉ ANALYSÉS.

CHEZ LES RATS AYANT SUIVI LE RÉGIME ENRICHİ EN GLN, DES ALTÉRATIONS SIGNIFICATIVES ONT ÉTÉ OBSERVÉES DANS LES NIVEAUX D'ACIDES AMINÉS À LA FOIS DANS LE PLASMA SANGUIN ET LES TISSUS.

CELA A EU UN IMPACT NÉGATIF SUR L'ÉQUILIBRE DES PROTÉINES DANS LES MUSCLES SQUELETTIQUES.

LA PRIVATION ALIMENTAIRE CHEZ LES RATS PRÉCÉDEMMENT NOURRIS AVEC LE RÉGIME RICHE EN GLN A ENTRAÎNÉ UNE RÉACTION DIFFÉRENTE PAR RAPPORT À CEUX QUI AVAIENT SUIVI LE RÉGIME DE BASE :

- DIMINUTION MARQUÉE DES NIVEAUX DE GLN DANS LES LIQUIDES CORPORELS.
- AUGMENTATION DE LA GLYCINE, DE LA SÉRINE ET DE LA THRÉONINE DANS LE PLASMA ET LA PLUPART DES TISSUS EXAMINÉS.
- DIMINUTION PLUS PRONONCÉE DE LA SYNTHÈSE DES PROTÉINES DANS LE FOIE, LE JÉJUNUM, LE CÔLON ET LA RATE.

CES RÉSULTATS SUGGÈRENT QUE L'ARRÊT DE LA CONSOMMATION DE GLN CHEZ LES INDIVIDUS ADAPTÉS À UNE FORTE CONSOMMATION DE CETTE SUBSTANCE POURRAIT AUGMENTER LE RISQUE DE PROBLÈMES DE SANTÉ, TELS QU'UNE POSSIBLE DIMINUTION DE LA RÉSISTANCE AUX INFECTIONS OU UNE ALTÉRATION DE L'INTÉGRITÉ INTESTINALE.



CETTE OBSERVATION PEUT AVOIR DES IMPLICATIONS PRATIQUES, NOTAMMENT POUR LES PATIENTS RECEVANT UNE NUTRITION PARENTÉRALE OU ENTÉRALE À DOMICILE AVEC DES SUPPLÉMENTS SUR UNE PÉRIODE PROLONGÉE.

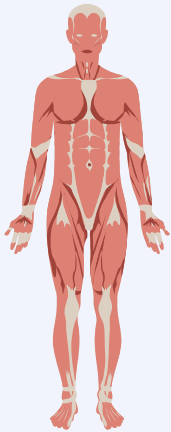
DES ÉTUDES IMPLIQUANT DES SUJETS HUMAINS SONT NÉCESSAIRES POUR MIEUX COMPRENDRE LES EFFETS DE LA CESSATION DE LA CONSOMMATION DE GLN SUR DES ASPECTS TELS QUE LA FONCTION IMMUNITAIRE, LE MÉTABOLISME DES PROTÉINES ET DES ACIDES AMINÉS, LA PROLIFÉRATION CELLULAIRE, L'ÉQUILIBRE DU GLUCOSE ET L'INTÉGRITÉ DE LA BARRIÈRE INTESTINALE.



IL EST IMPORTANT DE COMPRENDRE QUE JUSQU'À PRÉSENT AUCUN PAPIER N'A DÉMONTRÉ L'INTÉRÊT DE CONSOMMER DE LA GLUTAMINE DANS LE CADRE D'UN SYSTÈME DIGESTIF SAIN.

C'EST L'UNE DES MULTIPLES RAISONS, EN PLUS DE CELLES CITÉES CI-DESSUS, QUI NOUS MONTRENT UNE FOIS DE PLUS L'INTÉRÊT DE NE PAS CONSOMMER DE LA GLUTAMINE SI VOUS N'EN AVEZ PAS BESOIN.

IL EXISTE DES CAS CLINIQUES ET CONTEXTUELS QUI PEUVENT EN EFFET JUSTIFIER LA SUPPLÉMENTATION EN GLUTAMINE (NOUS LES VERRONS JUSTE APRÈS).



LE MUSCLE SQUELETTIQUE ASSUME UN RÔLE CENTRAL DANS LA PRODUCTION DE GLUTAMINE (GLN) DANS L'ORGANISME.

LA MAJEURE PARTIE DE LA GLN SE FORME À PARTIR DE L'AMMONIAC ET DU GLUTAMATE DANS UN PROCESSUS CATALYSÉ PAR LA GLUTAMINE SYNTHÉTASE (GS).

LES ACIDES AMINÉS À CHAÎNE RAMIFIÉE (BCAA : VALINE, LEUCINE ET ISOLEUCINE) FOURNISSENT LA PRINCIPALE SOURCE D'AZOTE AMINÉ POUR LA GÉNÉRATION DE GLUTAMATE EN VUE DE LA SYNTHÈSE.

DE PLUS, LE GLUTAMATE PEUT ÊTRE DIRIGÉ VERS LA PRODUCTION D'A-CÉTOGLUTARATE (A-KG) ET D'ALANINE VIA LA RÉACTION DE L'ALANINE AMINOTRANSFÉRASE.

EN COMPLÉMENT, LORSQUE LA GLN EST ADMINISTRÉE DE FAÇON EXOGÈNE, ELLE PEUT PERTURBER LA SYNTHÈSE DE GLN DANS LES MUSCLES SQUELETTIQUES.

CETTE PERTURBATION RÉSUITE DE L'INHIBITION DE LA RÉACTION CHIMIQUE DUE À L'ACCUMULATION DU PRODUIT.

EN OUTRE, LA GLN A LA CAPACITÉ D'ABAISSE LES NIVEAUX DE PROTÉINES G-S DANS LES MUSCLES PAR SON ACTION STIMULANTE SUR CELLE-CI.

L'AUGMENTATION DE LA GLN DISPONIBLE A LA CAPACITÉ D'INHIBER LA PRODUCTION ENDOGÈNE DE GLN, DE NEUTRALISER L'AMMONIAC TOXIQUE ET D'INHIBER LE CATABOLISME DES BCAA TOUT EN STIMULANT LA PRODUCTION D'ALANINE DANS LES MUSCLES SQUELETTIQUES.



CETTE RÉGULATION NÉGATIVE DE LA SYNTHÈSE DE GLN DE NOVO EXPLIQUE, AU MOINS PARTIELLEMENT, POURQUOI LES RÉGIMES ENRICHIS EN GLN NE PARVIENNENT PAS SYSTÉMATIQUEMENT À ACCROÎTRE LES NIVEAUX DE GLN DANS LE SANG OU LES MUSCLES SQUELETTIQUES.

CETTE OBSERVATION A ÉTÉ FAITE DANS CERTAINES ÉTUDES IMPLIQUANT DES ANIMAUX, DES VOLONTAIRES HUMAINS ET DES PATIENTS GRAVEMENT MALADES EN DÉFICIT DE GLN.

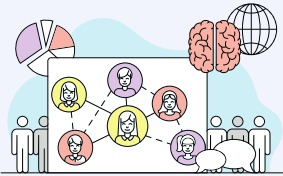
L'IMPACT DE LA GLN EXTERNE SUR LA SYNTHÈSE DE GLN DE NOVO EST CONDITIONNÉ PAR LA VOIE, LA QUANTITÉ ET LA RAPIDITÉ D'UTILISATION DE LA GLN. CECI PEUT EXPLIQUER POURQUOI IL N'Y A PAS D'INHIBITION SIGNIFICATIVE DE LA PRODUCTION ENDOGÈNE DE GLN CHEZ LES PATIENTS PRÉOPÉRATOIRES, D'APRÈS L'ÉTUDE MENÉE PAR VAN ACKER ET AL.

DU FAIT QUE LES RÉACTIONS DE LA BCAA AMINOTRANSFÉRASE ET DE L'ALANINE AMINOTRANSFÉRASE SONT RÉVERSIBLES ET EN ÉQUILIBRE, LA SUPPRESSION DE LA SYNTHÈSE DE GLN PEUT ENTRAVER LA FORMATION DE CÉTOACIDES À CHAÎNE RAMIFIÉE (BCKA) ET FAVORISER LA PRODUCTION D'ALANINE.

DANS LE MUSCLE SQUELETTIQUE, LES BCKA SUBISSENT UNE OXYDATION IRRÉVERSIBLE MÉDIÉE PAR LA DÉSHYDROGÉNASE DES CÉTOACIDES À CHAÎNE RAMIFIÉE (BCKAD), RÉGULÉE PAR LA PHOSPHORYLATION (INACTIVATION) ET LA DÉPHOSPHORYLATION (ACTIVATION).

LA PHOSPHORYLATION EST RÉGULÉE PAR UNE KINASE SPÉCIFIQUE, SENSIBILISÉE DE FAÇON ALLOSTÉRIQUE PAR LES BCKA, EN PARTICULIER LE CÉTOISOCAPROATE.

CELA AUGMENTE LA DISPONIBILITÉ DE LA GLN, RÉDUIT LA PRODUCTION DE BCKA ET ACTIVE LA KINASE. EN CONSÉQUENCE, LA BCKAD EST DÉSACTIVÉE, ET L'OXYDATION DES BCAA DANS LE MUSCLE EST ALORS INHIBÉE.



LES CONSÉQUENCES PRÉSUMÉES DE L'APPORT DE GLN SUR LE MÉTABOLISME DES BCAA ONT ÉTÉ ÉTUDIÉES DANS DIFFÉRENTES RECHERCHES ANIMALES ET HUMAINES.

DES TAUX INFÉRIEURS DE LIBÉRATION ET D'OXYDATION DE LA LEUCINE LIÉS À LA DÉGRADATION DES PROTÉINES ONT ÉTÉ CONSTATÉS CHEZ DES ADULTES EN BONNE SANTÉ RECEVANT UNE INFUSION ENTÉRALE DE GLN ET CHEZ DES NOURRISSONS DE TRÈS FAIBLE POIDS À LA NAISSANCE, ALIMENTÉS PAR VOIE PARENTÉRALE AVEC DE LA GLN ADMINISTRÉE PAR VOIE INTRAVEINEUSE (IV).

DANS CES OBSERVATIONS, UNE FOURNITURE ACCRUE DE GLN PAR VOIE (IV) A ENTRAVÉ L'OXYDATION DE LA LEUCINE ET FAVORISÉ LA PRODUCTION D'ALANINE CHEZ DES RATS INTACTS, ENDOTOXÉMIQUES ET IRRADIÉS.

EN PARALLÈLE, L'HYPERAMMONÉMIE A AMPLIFIÉ LA PRODUCTION DE GLN, AUGMENTÉ L'OXYDATION DE LA LEUCINE ET DIMINUÉ LA PRODUCTION D'ALANINE AINSI QUE LES CONCENTRATIONS DE BCAA DANS LE LIQUIDE EXTRACELLULAIRE.

UNE RECHERCHE (PAR SAFRANEK ET AL) A INDIQUÉ QUE L'INHIBITION DE LA PROTÉINE G-S CHEZ DES RATS AU MOYEN DE MÉTHIONINE SULFOXY-MINE AVAIT POUR EFFET DE RÉDUIRE L'OXYDATION DE LA LEUCINE ET D'AUGMENTER LA LIBÉRATION D'ALANINE PAR LE MUSCLE SQUELETTIQUE.

OUTRE LES VARIATIONS DANS LE CATABOLISME DES BCAA, L'AUGMENTATION DE LA PRISE DE GLN POURRAIT INFLUENCER LE RENOUVELLEMENT DES PROTÉINES MUSCULAIRES.

CELA POURRAIT RÉSULTER DE L'INFLUENCE INHIBITRICE DE L'AMMONIAC SUR LA PROTÉOLYSE.

NÉANMOINS, LA MAJORITÉ DES ÉTUDES, QU'ELLES AIENT ÉTÉ CONDUITES SUR DES ANIMAUX OU SUR DES INDIVIDUS EN BONNE SANTÉ AINSI QUE SUR DES PATIENTS GRAVEMENT MALADES, N'ONT PAS RAPPORTÉ D'EFFETS SIGNIFICATIFS OU N'ONT PAS INDIQUÉ D'INFLUENCE MARQUÉE DE LA GLN SUR L'ÉQUILIBRE DES PROTÉINES MUSCULAIRES.



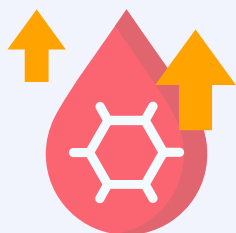
LA SUPPLÉMENTATION EN GLN NE DEVRAIT ÊTRE ENVISAGÉE QUE LORSQUE CELA EST NÉCESSAIRE, ET UNE CONSOMMATION EXCESSIVE POURRAIT AVOIR DES EFFETS INDÉSIRABLES SUR PLUSIEURS ASPECTS DU MÉTABOLISME.

4) « JE TE FAIS PRENDRE DE LA GLUTAMINE POUR AMÉLIORER TA SENSIBILITÉ À L'INSULINE »

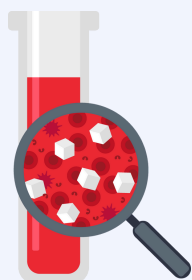
Étude : 158



DES PREUVES CROISSANTES ONT RÉVÉLÉ QUE DES CONCENTRATIONS ÉLEVÉES DE GLUCOSE DANS LE SANG LORS D'UNE HYPERGLYCÉMIE POSTPRANDIALE JOUENT UN RÔLE CLÉ DANS LA PROGRESSION DES TROUBLES MÉTABOLIQUES CHRONIQUES CHEZ LES PATIENTS ATTEINTS DE PRÉDIABÈTE ET DE DIABÈTE (RIZZA, 2010 ; STANDL ET AL., 2011).



PAR CONSÉQUENT, RÉDUIRE L'HYPERGLYCÉMIE POSTPRANDIALE EST UN OBJECTIF PRINCIPAL DANS LA PRÉVENTION ET LE TRAITEMENT DES MALADIES CHRONIQUES (RIZZA, 2010).



LE DIABÈTE EST RECONNU COMME L'UN DES FACTEURS DE RISQUE DU SYNDROME MÉTABOLIQUE, AVEC UNE AUGMENTATION SIGNIFICATIVE À L'ÉCHELLE MONDIALE (ADEYEMI ET AL., 2017).

AINSI, DE NOMBREUSES RECHERCHES SE SONT CONCENTRÉES SUR LES MÉTHODES NON PHARMACOLOGIQUES POUR RÉDUIRE LA GLYCÉMIE (O'KEEFE ET AL., 2008; CHIKWERE ET ANNAN, 2016; IDDRISU ET AL., 2015).

LA GLUTAMINE (GLN), UN ACIDE AMINÉ ESSENTIEL CONDITIONNEL, EST L'ACIDE AMINÉ LIBRE LE PLUS ABONDANT DANS LA CIRCULATION ET POSSÈDE DIVERS EFFETS NON NUTRITIFS (WERNERMAN, 2008).

LA GLN EST IMPLIQUÉE DANS LE MÉTABOLISME DES GLUCIDES, DANS L'ATTÉNUATION DE LA LIBÉRATION DE CYTOKINES PRO-INFLAMMATOIRES ET DANS UN LARGE ÉVENTAIL DE PROCESSUS MÉTABOLIQUES ET BIOCHIMIQUES (DOCK-NASCIMENTO ET AL., 2012A).



DES ÉTUDES ANTÉRIEURES ONT PRÉSENTÉ LA GLN COMME UNE STRATÉGIE DE SUPPLÉMENTATION EFFICACE POUR AMÉLIORER LE CONTRÔLE GLYCÉMIQUE, LES TAUX D'INSULINE SÉRIQUE ET LA RÉSISTANCE À L'INSULINE (IR) CHEZ LES PATIENTS ATTEINTS DE DIABÈTE DE TYPE 2 ET LES PATIENTS GRAVEMENT MALADES (COEFFIER ET AL., 2003; GREENFIELD ET AL., 2008; BAKALAR ET AL., 2006).

BIEN QUE LES MÉCANISMES EXACTS N'AIENT PAS ENCORE ÉTÉ ÉLUCIDÉS, PLUSIEURS ONT ÉTÉ PROPOSÉS JUSQU'À PRÉSENT :

1

LA GLN PEUT INFLUENCER LA SYNTHÈSE DU GLUTATHION, LE CYCLE GAMMA-GLUTAMYL ET LA FONCTION MITOCHONDRIALE, ENTRAÎNANT UNE AMÉLIORATION DE LA SÉCRÉTION D'INSULINE STIMULÉE PAR LE GLUCOSE (BRENNAN ET AL., 2003).

2

LA SUPPLÉMENTATION EN GLN PEUT DIMINUER LA RÉSISTANCE À L'INSULINE, ENTRAÎNANT AINSI UNE DIMINUTION DES TAUX DE GLYCÉMIE À JEUN (FBS) (AWAD ET AL., 2009).

3

L'APPORT DE GLN PEUT STIMULER LA CONCENTRATION PLASMATIQUE DE GLUCAGON-LIKE PEPTIDE-1 (GLP-1) ET D'INSULINE (GREENFIELD ET AL., 2008; SAMOCHA-BONET ET AL., 2011).

4

LA SUPPLÉMENTATION ORALE EN GLN RÉDUIT LA VIDANGE GASTRIQUE, CE QUI ENTRAÎNE UNE RÉDUCTION DES NIVEAUX DE FBS (FASTING BLOOD SUGAR) (CHANG ET AL., 2013).

5

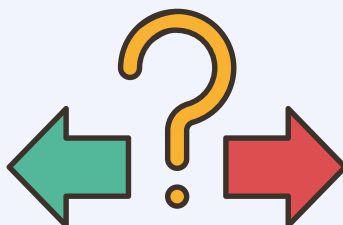
LA GLN PEUT AIDER À RÉDUIRE LES INDICES D'OBÉSITÉ ET CONDUIRE FINALEMENT À UNE MEILLEURE SENSIBILITÉ À L'INSULINE (MANSOUR ET AL., 2015; KIM ET AL., 2010).



CEPENDANT, IL EXISTE UNE DIVERGENCE DANS LES ESSAIS CLINIQUES EN RAISON DE DIFFÉRENTS DOSAGES ET PÉRIODES D'INTERVENTION, CE QUI CONDUIT À DES RÉSULTATS INCOHÉRENTS.

POUR CETTE RAISON, CES AFFIRMATIONS DOIVENT ÊTRE CLARIFIÉES.

CERTAINES ÉTUDES ONT RAPPORTÉ QUE LA SUPPLÉMENTATION EN GLN AMÉLIORE LE CONTRÔLE GLYCÉMIQUE (DOCK-NASCIMENTO ET AL., 2012A; MANSOUR ET AL., 2015) ET LA RÉSISTANCE À L'INSULINE (RI) (DOCK-NASCIMENTO ET AL., 2012A).



TANDIS QUE D'AUTRES N'ONT SIGNALÉ AUCUN CHANGEMENT SIGNIFICATIF (LAVIANO ET AL., 2014; LETELLIER ET AL., 2013).

CONCLUSION :



LA MÉTA-ANALYSE ACTUELLE MONTRE QUE LA SUPPLÉMENTATION EN GLN N'A PAS EU D'EFFET SIGNIFICATIF SUR LES NIVEAUX D'INSULINE ET L'INDICE HOMA-IR (MARQUEUR D'INSULINO-RÉSISTANCE).

CEPENDANT, ELLE A SIGNIFICATIVEMENT RÉDUIT LES NIVEAUX DE FBS.

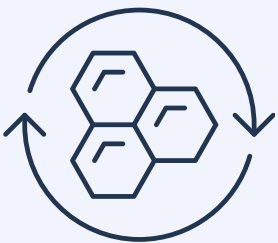
UNE ANALYSE SPÉCIFIQUE SELON LE GENRE A RÉVÉLÉ QUE L'INTERVENTION AVEC DE LA GLN AVAIT UN EFFET SIGNIFICATIF CHEZ LES FEMMES, MAIS PAS CHEZ LES HOMMES, MÊME LORSQU'ELLE ÉTAIT ADMINISTRÉE PAR VOIE INTRAVEINEUSE.

5) « JE TE DONNE DE LA GLUTAMINE POUR AUGMENTER TES RÉSERVES DE GLYCOGÈNE. »

Étude: 159



IL EXISTE DES PREUVES QUE LA GLUTAMINE PRISE PAR VOIE ORALE PEUT AUGMENTER LES TAUX DE RECONSTITUTION DU GLYCOGÈNE LORSQU'ELLE EST CONSOMMÉE AVEC DES GLUCIDES, MAIS D'AUTRES ÉTUDES SONT NÉCESSAIRES POUR DÉTERMINER SI CETTE MÉTHODE EST PLUS BÉNÉFIQUE QUE LES SOURCES ALIMENTAIRES DE GLUTAMINE OU SI ELLE RESTE VRAIE AVEC DES APPORTS PLUS ÉLEVÉS EN GLUCIDES.



IL SEMBLE QUE LA GLUTAMINE ELLE-MÊME, EN L'ABSENCE DE GLUCIDES, POURRAIT AUGMENTER LES RÉSERVES DE GLYCOGÈNE MUSCULAIRE. CEPENDANT, CELA EST SOUMIS À RÉSERVE CAR LE CORPS A SIMPLEMENT LA CAPACITÉ DE POUVOIR RECONSTITUER SES RÉSERVES DE GLYCOGÈNE GRÂCE À D'AUTRES PROCESSUS PHYSIOLOGIQUES.

IL EXISTE TRÈS PEU D'ÉTUDES SUR LE SUJET, IL EST DONC IMPORTANT DE NE PAS CONSIDÉRER CELA COMME ÉTANT VALIDE POUR L'INSTANT.



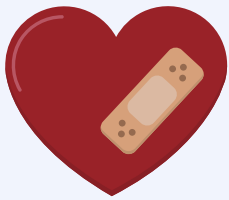
IL EST CRUCIAL DE NOTER QUE, DANS LE CONTEXTE DE LA MUSCULATION, LES ÉTUDES ACTUELLES NE MONTRENT PAS D'EFFETS SIGNIFICATIFS OU PERTINENTS DE LA SUPPLÉMENTATION EN GLUTAMINE POUR LA RECONSTITUTION DES STOCKS DE GLYCOGÈNE.

COMMENT UTILISER DE LA GLUTAMINE ?

LA GLUTAMINE POSSÈDE DES EFFETS INTÉRESSANTS SUR CERTAINS ASPECTS SANTÉ ET DANS CERTAINS CAS CONTEXTUELS

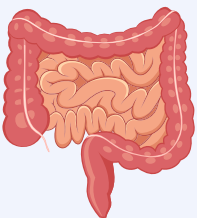
(LISTE NON EXHAUSTIVE):

1. DANS LE CADRE DE PERSONNES DE PERSONNES QUI SOUHAITENT ACCÉLÉRER LA GUÉRISON DE BLESSURES AIGÜES (ÉTUDES 168/169) :



CETTE ÉTUDE RANDOMISÉE CONTRÔLÉE ET CETTE MÉTA-ANALYSE ONT CONFIRMÉ QUE L'UTILISATION DE SUPPLÉMENTS D'ARGININE ET DE GLUTAMINE PEUT AVOIR UN IMPACT BÉNÉFIQUE SUR LE PROCESSUS DE CICATRISATION DES PLAIES, AINSI QUE SUR LES FACTEURS ASSOCIÉS À CETTE CICATRISATION, TELS QUE LA DURÉE D'HOSPITALISATION ET LE TAUX DE MORTALITÉ.

2. DANS LE CADRE DES COUREURS SOUHAITANT SOULAGER LES DOULEURS INTESTINALES PENDANT LA COURSE (ÉTUDES 170/171) :



LA PRISE DE GLUTAMINE PAR VOIE ORALE À COURT TERME RÉDUIT LA PERMÉABILITÉ GASTRO-INTESTINALE PAR RAPPORT À UN PLACEBO, MÊME À DES DOSES AUSSI FAIBLES QUE 0,25 G/KG, BIEN QUE DES DOSES SUPÉRIEURES PUISSENT ÊTRE PLUS EFFICACES.

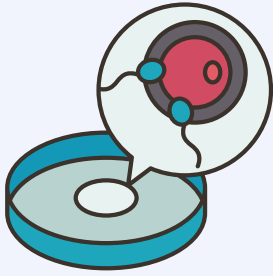
CEPENDANT, L'EFFET SUR LES SYMPTÔMES RESTE INCERTAIN.



POUR LES ATHLÈTES EN COMPÉTITION PAR TEMPS CHAUD, UNE SUPPLÉMENTATION AIGÜE EN GLUTAMINE AVANT L'EXERCICE PEUT AIDER À PRÉSERVER L'INTÉGRITÉ DU SYSTÈME GASTRO-INTESTINAL.

DE PLUS, L'APPORT ORAL DE CYSTINE ET DE GLUTAMINE DIMINUE LES MARQUEURS DE PERMÉABILITÉ ET DE DOMMAGES GASTRO-INTESTINAUX APRÈS UN EFFORT INTENSE D'UNE HEURE CHEZ LES JEUNES HOMMES.

3. DANS LE BUT DE SOULAGER UNE PERMÉABILITÉ INTESTINALE (ÉTUDES 172/173/174/175/176/177/178/179) :



LA GLUTAMINE, UN ACIDE AMINÉ ESSENTIEL, EST RECONNUE POUR RÉGULER LES JONCTIONS SERRÉES INTESTINALES ET MAINTENIR LA BARRIÈRE INTESTINALE.

CETTE BARRIÈRE JOUE UN RÔLE ESSENTIEL DANS LA PRÉVENTION DE LA PERMÉABILITÉ EXCESSIVE DE L'INTESTIN.

DES EXPÉRIENCES IN VITRO ONT DÉMONTRÉ QUE LA CARENCE EN GLUTAMINE AUGMENTE LA PERMÉABILITÉ INTESTINALE.



LA SYNTHÈSE DE LA GLUTAMINE VIA L'ENZYME GLUTAMINE SYNTHÉTASE EST CRUCIALE EN L'ABSENCE D'APPORT ALIMENTAIRE.

DE PLUS, LA RECHERCHE A ÉTABLI UN LIEN ENTRE LA GLUTAMINE ET LA RÉDUCTION DE LA PERMÉABILITÉ INTESTINALE DANS DIVERS CONTEXTES.

PAR EXEMPLE, LA GLUTAMINE SEMBLE JOUER UN RÔLE BÉNÉFIQUE DANS LA RÉDUCTION DE LA PERMÉABILITÉ INTESTINALE INDUITE PAR L'ACÉTALDÉHYDE (DÉRIVÉ DE L'ALCOOL), LA CHIMIOTHÉRAPIE ET LA RADIOTHÉRAPIE.

BIEN QUE LA GLUTAMINE NE PUISSE PAS EMPÊCHER L'AUGMENTATION DE LA PERMÉABILITÉ INTESTINALE ASSOCIÉE, ELLE SEMBLE ATTÉNUER CETTE RÉPONSE INDÉSIRABLE.



LA SUPPLÉMENTATION EN GLUTAMINE CHEZ LES NOURRISSONS PRÉMATURÉS À HAUTEUR DE 0,3 G/KG A MONTRÉ DES AVANTAGES EN MAINTENANT L'INTÉGRITÉ INTESTINALE, EN RÉDUISANT LE RISQUE DE SEPTICÉMIE ET EN FAVORISANT LA RÉCUPÉRATION.

CEPENDANT, DES ÉTUDES ULTÉRIEURES ONT DONNÉ DES RÉSULTATS MITIGÉS QUANT À SON EFFICACITÉ.

CHEZ LES PATIENTS GRAVEMENT MALADES, L'ADMINISTRATION DE 15 G DE GLUTAMINE PAR VOIE ORALE N'A PAS MONTRÉ DE DIMINUTION SIGNIFICATIVE DE LA PERMÉABILITÉ INTESTINALE.

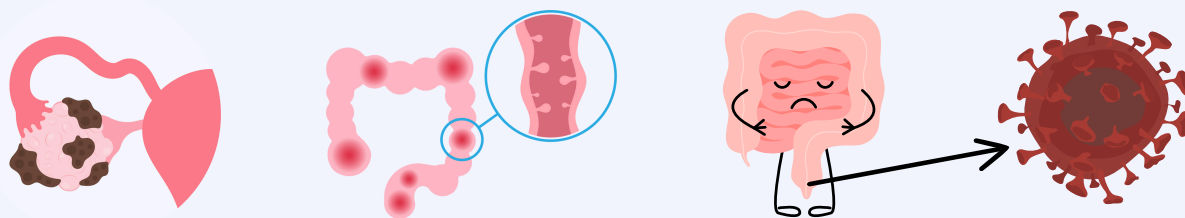
FINALEMENT, UNE ÉTUDE CHEZ L'ADULTE A MONTRÉ QUE LA GLUTAMINE PEUT OFFRIR UNE PROTECTION CONTRE LES ALTÉRATIONS INDÉSIRABLES DE LA PERMÉABILITÉ INTESTINALE PROVOQUÉES PAR LA CHIMIOTHÉRAPIE, SOULIGNANT AINSI SON POTENTIEL BÉNÉFIQUE DANS CE CONTEXTE.

4. DANS LE BUT DE SOULAGER ET PRÉVENIR DES MARQUEURS / RÉPONSES INFLAMMATOIRES (ÉTUDES 180/181/182/183/184/185):

LA RECHERCHE SUGGÈRE QUE LA SUPPLÉMENTATION EN GLUTAMINE PEUT MODULER OU SOULAGER L'INFLAMMATION DANS DIVERSES CONDITIONS :

PLUSIEURS ÉTUDES ONT ANALYSÉ SES EFFETS SUR DIVERSES CONDITIONS INFLAMMATOIRES, NOTAMMENT LE SYNDROME DES OVAIRES POLYKYSTIQUES (SOPK), LE CANCER GASTRO-INTESTINAL ET LE CANCER COLORECTAL (CCR).

LES RÉSULTATS DE CES ÉTUDES ONT MONTRÉ QUE LA SUPPLÉMENTATION EN GLUTAMINE POUVAIT JOUER UN RÔLE CRUCIAL DANS LA MODULATION DE L'INFLAMMATION ET DU STRESS OXYDATIF, AVEC DES IMPLICATIONS POTENTIELLES POUR LA SANTÉ CARDIO-MÉTABOLIQUE ET IMMUNITAIRE.



DANS LE CADRE DE L'ÉTUDE SUR LE SYNDROME DES OVAIRES POLYKYSTIQUES (SOPK), IL A ÉTÉ DÉMONTRÉ QUE LES RATS SOUFFRANT DE CETTE CONDITION PRÉSENTAIENT DES CHANGEMENTS HORMONAUX ET MORPHOLOGIQUES OVARIENS SIMILAIRES À CEUX OBSERVÉS CHEZ LES PATIENTS ATTEINTS DE SOPK.

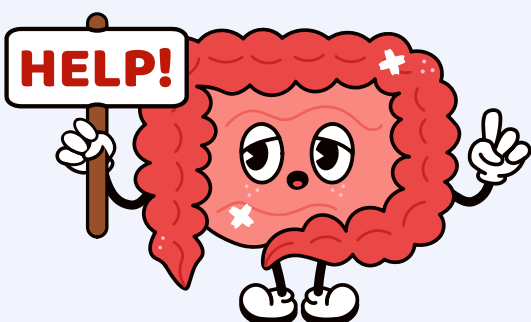
LA GLUTAMINE A MONTRÉ UNE CAPACITÉ SIGNIFICATIVE À AMÉLIORER LES CONDITIONS DE STRESS INFLAMMATOIRE ET OXYDATIF ASSOCIÉES À CETTE MALADIE.

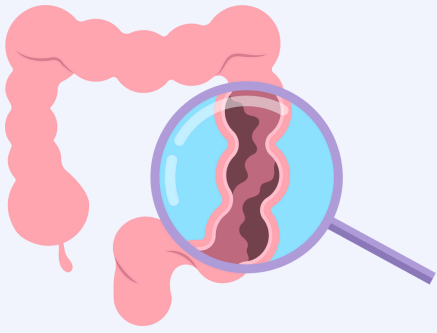
BIEN QUE DES RECHERCHES SUPPLÉMENTAIRES SOIENT NÉCESSAIRES POUR ÉVALUER L'IMPACT À LONG TERME SUR LES CHANGEMENTS HORMONAUX ET MORPHOLOGIQUES, CETTE DÉCOUVERTE SUGGÈRE QUE LA GLUTAMINE POURRAIT ÊTRE UNE OPTION PROMETTEUSE POUR ATTÉNUER LES EFFETS DU SOPK.

UNE ÉTUDE SUR DES PATIENTS ATTEINTS DE CANCER GASTRO-INTESTINAL POSTOPÉRATOIRE A RÉVÉLÉ QUE LA SUPPLÉMENTATION EN GLUTAMINE DANS LE CADRE D'UNE NUTRITION PARENTÉRALE TOTALE (TPN) ENRICHIE EN GLUTAMINE CONTRIBUAIT À RÉDUIRE L'INFLAMMATION ET LES COMPLICATIONS INFECTIEUSES.

LES PATIENTS RECEVANT CETTE SUPPLÉMENTATION ONT MONTRÉ DES TAUX SÉRIQUES D'INTERLEUKINE-6 PLUS BAS ET UNE DIMINUTION DE LA PROTÉINE C-RÉACTIVE, AINSI QU'UNE ABSENCE DE COMPLICATIONS INFECTIEUSES POSTOPÉRATOIRES PAR RAPPORT AU GROUPE TÉMOIN.

CES RÉSULTATS SUGGÈRENT QUE LA GLUTAMINE POURRAIT JOUER UN RÔLE IMPORTANT DANS LA RÉDUCTION DE L'INFLAMMATION ET DE LA MORBIDITÉ INFECTIEUSE CHEZ LES PATIENTS ATTEINTS DE CANCER GASTRO-INTESTINAL POSTOPÉRATOIRE.





DE PLUS, DANS LE CONTEXTE DU CANCER COLORECTAL, LA GLUTAMINE S'EST AVÉRÉE EFFICACE POUR RÉDUIRE LES NIVEAUX DE TNF-A, RACCOURCIR LA DURÉE DU SÉJOUR À L'HÔPITAL ET DIMINUER L'INCIDENCE DES INFECTIONS DES PLAIES.

CEPENDANT, D'AUTRES SUPPLÉMENTS TELS QUE LES OMÉGA-3 ET L'ARGININE ONT ÉGALEMENT MONTRÉ DES AVANTAGES SPÉCIFIQUES, COMME LA RÉDUCTION DES NIVEAUX D'IL-6. LES PROBIOTIQUES SE SONT RÉVÉLÉS EFFICACES POUR RÉDUIRE L'INCIDENCE DE LA PNEUMONIE CHEZ LES PATIENTS ATTEINTS DE CCR.

IL EST IMPORTANT DE NOTER QUE CES RÉSULTATS DOIVENT ENCORE ÊTRE CONFIRMÉS PAR DES ÉTUDES CLINIQUES À PLUS GRANDE ÉCHELLE ET AVEC DES MÉTHODOLOGIES PLUS RIGOUREUSES.

EN CONCLUSION, LES ÉTUDES SCIENTIFIQUES PRÉSENTÉES INDIQUENT QUE LA GLUTAMINE PEUT JOUER UN RÔLE SIGNIFICATIF DANS LA PRÉVENTION ET LE SOULAGEMENT DE L'INFLAMMATION, NOTAMMENT DANS LE CONTEXTE DE CERTAINES CONDITIONS MÉDICALES TELLES QUE LE SOPK, LE CANCER GASTRO-INTESTINAL ET LE CANCER COLORECTAL.

TOUTEFOIS, IL EST IMPORTANT DE SOULIGNER QUE LA GLUTAMINE EST SEULEMENT L'UNE DES NOMBREUSES OPTIONS POTENTIELLES, ET SON EFFICACITÉ PEUT VARIER EN FONCTION DE LA CONDITION MÉDICALE SPÉCIFIQUE.

5. DANS LE BUT DE SOULAGER UNE PANCRÉATITE (ÉTUDES 186 / 187 / 188 / 189 / 190 / 191 / 192 / 193):

LA PANCRÉATITE EST UNE INFLAMMATION DU PANCRÉAS, UN ORGANE SITUÉ DERRIÈRE L'ESTOMAC ET PRÈS DE L'INTESTIN GRÊLE. LE PANCRÉAS REMPLIT PLUSIEURS FONCTIONS ESSENTIELLES DANS LE CORPS, NOTAMMENT LA PRODUCTION D'ENZYMES DIGESTIVES QUI AIDENT À DÉCOMPOSER LES ALIMENTS ET LA RÉGULATION DE LA GLYCÉMIE EN PRODUISANT DES HORMONES TELLES QUE L'INSULINE ET LE GLUCAGON.



LORSQU'UNE PANCRÉATITE SE DÉVELOPPE, LES ENZYMES DIGESTIVES PRODUITES PAR LE PANCRÉAS PEUVENT ÊTRE ACTIVÉES PRÉMATURÉMENT À L'INTÉRIEUR DE L'ORGANE LUI-MÊME, AU LIEU D'ÊTRE LIBÉRÉES DANS LE DUODÉNUM (LA PREMIÈRE PARTIE DE L'INTESTIN GRÊLE).

CELA PEUT PROVOQUER UNE IRRITATION ET UNE INFLAMMATION DU PANCRÉAS, CE QUI ENTRAÎNE DES SYMPTÔMES TELS QUE DES DOULEURS ABDOMINALES INTENSES, DES NAUSÉES, DES VOMISSEMENTS ET DES TROUBLES DIGESTIFS.

LA PANCRÉATITE AIGÜE EST UNE INFLAMMATION SOUDAINE ET GÉNÉRALEMENT TEMPORAIRE DU PANCRÉAS.

ELLE PEUT ÊTRE CAUSÉE PAR DIVERS FACTEURS, NOTAMMENT LA CONSOMMATION EXCESSIVE D'ALCOOL, LA FORMATION DE CALCULS BILIAIRES, UNE INFECTION OU CERTAINS MÉDICAMENTS. LA PANCRÉATITE AIGÜE PEUT ÊTRE GRAVE ET NÉCESSITER UNE HOSPITALISATION.

LA PANCRÉATITE CHRONIQUE EST UNE INFLAMMATION CONTINUE ET À LONG TERME DU PANCRÉAS, POUVANT ENTRAÎNER UNE ALTÉRATION PROGRESSIVE DE LA FONCTION DE CET ORGANE.

LA PRINCIPALE CAUSE DE LA PANCRÉATITE CHRONIQUE EST LA CONSOMMATION CHRONIQUE D'ALCOOL, BIEN QUE D'AUTRES FACTEURS, TELS QUE LES ANTÉCÉDENTS FAMILIAUX DE LA MALADIE, PUISSENT ÉGALEMENT JOUER UN RÔLE.

LE TRAITEMENT DE LA PANCRÉATITE DÉPEND DE SA GRAVITÉ ET DE SA CAUSE.

DANS LES CAS LÉGERS, UN TRAITEMENT MÉDICAL PEUT SUFFIRE, TANDIS QUE LES CAS GRAVES DE PANCRÉATITE AIGÜE PEUVENT NÉCESSITER UNE HOSPITALISATION ET DES SOINS INTENSIFS.



L'UTILISATION DE LA GLUTAMINE EN TANT QUE SOUTIEN NUTRITIONNEL ENRICHİ PRÉSENTE DES AVANTAGES SIGNIFICATIFS DANS LE CONTEXTE DE LA PANCRÉATİTE AİĞÜ SÉVÈRE (SAP).

CETTE CONCLUSION EST TIRÉE D'UNE MÉTA-ANALYSE, QUI İNDIQUE CLAIREMENT QUE LA SUPPLÉMENTATION EN GLUTAMİNE, LORSQUE ADMINISTRÉE VIA UNE NUTRİTION PARENTÉRALE TOTALE, OFFRE DES BÉNÉFİCES SUBSTANTIELS POUR LES PATIENTS ATTEINTS DE SAP.

CEPENDANT, İL EST IMPORTANT DE NOTER QUE LES PATIENTS RECEVANT UNE NUTRİTION ENTÉRALE N'ONT PAS MONTRÉ DE BESOİN DE SUPPLÉMENTATION EN GLUTAMİNE.



DES RECHERCHES SUPPLÉMENTAIRES SONT NÉCESSAIRES POUR DÉTERMINER SI UNE COMBINAISON DE NUTRİTION ENTÉRALE ET PARENTÉRALE NÉCESSİTE ÉGALEMENT UNE SUPPLÉMENTATION EN GLUTAMİNE.

BIEN QUE LA SUPPLÉMENTATION EN GLUTAMİNE N'AIT PAS AMÉLIORÉ LA NÉCROSE İNFECTÉE OU LA MORTALİTÉ, ELLE A SIGNIFICATIVEMENT AMÉLIORÉ LA PERMÉABILİTÉ İNTESTINALE, RÉDUİT LE STRESS OXYDATİF, ET MONTRÉ UNE TENDANCE À AMÉLIORER LA FONCTION DES ORGANES CHEZ LES PATIENTS ATTEINTS DE SAP, COMME LE REFLÈTE L'AMÉLIORATION DU SCORE DE MARSHALL MODIFIÉ.



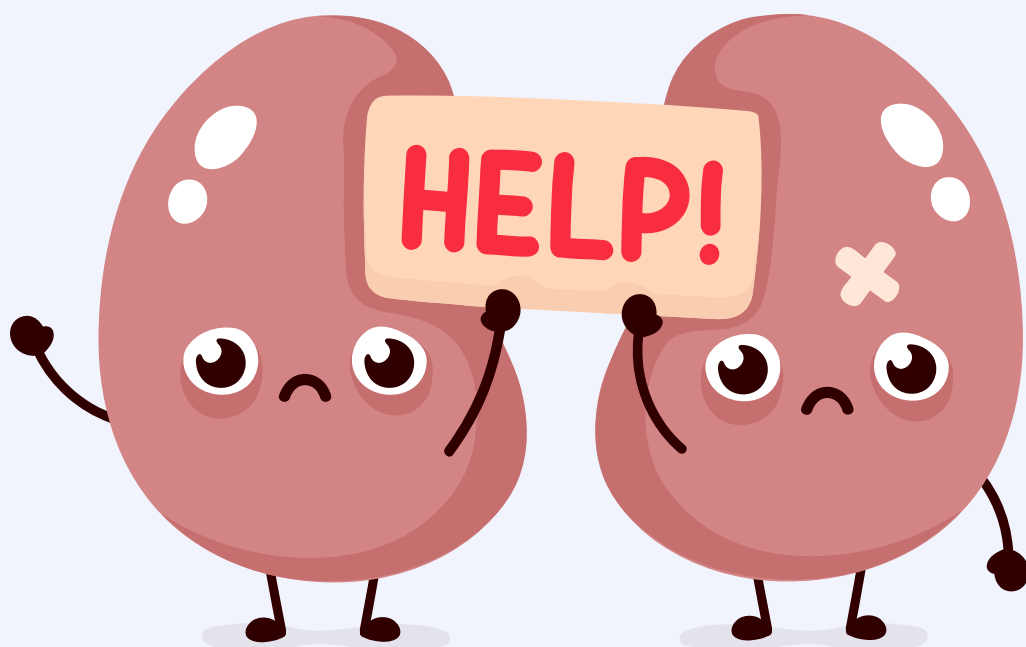
DE PLUS, L'AJOUT D'İMMUNONUTRİMENTS TELS QUE LA GLUTAMİNE ET LES OMÉGA-3 AUX FORMULATIONS PARENTÉRALES SEMBLE OFFRİR DES PERSPECTİVES PROMETTEUSES POUR AMÉLIORER LE PRONOSTİC DES PATIENTS SOUFFRANT DE PANCRÉATİTE AİĞÜ.

CES COMPOSÉS PEUVENT POTENTIELLEMENT CONTRIBUER À ATTÉNUER L'İNFLAMMATION, RENFORCER LE SYSTÈME İMMUNITAIRE ET PROMOUVOİR UNE MEILLEURE RÉPONSE PHYSİOLOGIQUE CHEZ LES PATIENTS ATTEINTS DE CETTE CONDITION MÉDICALE COMPLEXE.

EN RÉSUMÉ, LA GLUTAMİNE, EN TANT QUE SUPPLÉMENT NUTRİTIONNEL ENRICHİ, MONTRE UN POTENTİEL SIGNIFICATİF DANS LA GESTION DE LA PANCRÉATİTE AİĞÜ SÉVÈRE, EN PARTICULIER LORSQU'ELLE EST ADMINISTRÉE PAR NUTRİTION PARENTÉRALE TOTALE.

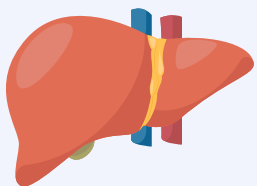
BIEN QUE SON İMPACT SUR LA MORTALİTÉ ET LA NÉCROSE İNFECTÉE PUISSE NÉCESSİTER DES RECHERCHES PLUS APPROFONDİES, LES AVANTAGES OBSERVÉS EN TERMES DE PERMÉABILİTÉ İNTESTINALE, DE RÉDUCTION DU STRESS OXYDATİF ET D'AMÉLIORATION DE LA FONCTION ORGANIQUE SUGGÈRENT QUE LA GLUTAMİNE PEUT JOUER UN RÔLE İMPORTANT DANS L'AMÉLIORATION DE LA SANTÉ DES PATIENTS ATTEINTS DE SAP.

DE PLUS, L'İNCORPORATION D'İMMUNONUTRİMENTS COMME LA GLUTAMİNE ET LES ACİDES GRAS OMÉGA-3 DANS LES FORMULATIONS PARENTÉRALES OFFRE UNE VOİE PROMETTEUSE POUR AMÉLIORER LA PRISE EN CHARGE DE CETTE CONDITION MÉDICALE COMPLEXE.

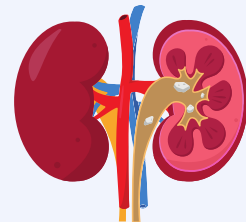


LA PROTÉINE ABÎME TES REINS ?





ADOPTER UN RÉGIME RICHE EN PROTÉINES NE SEMBLE PAS CAUSER DE DOMMAGES AUX REINS OU AU FOIE, SAUF EN CAS DE PATHOLOGIES OU DE DYSFONCTIONNEMENTS EXISTANTS.



IL EST THÉORIQUEMENT POSSIBLE QU'UNE AUGMENTATION SIGNIFICATIVE DE LA CONSOMMATION DE PROTÉINES SUR UNE COURTE PÉRIODE PUISSE ENTRAÎNER DES EFFETS PRÉJUDICIALES POUR LE FOIE ET LES REINS, MAIS ACTUELLEMENT, LES PREUVES À CE SUJET SONT INSUFFISANTES.



EN CE QUI CONCERNE LA SANTÉ OSSEUSE, LES RÉSULTATS MONTRENT SOIT PEU DE CHANGEMENTS, SOIT DES BÉNÉFICES POTENTIELS GRÂCE À UNE AUGMENTATION DE L'APPORT EN PROTÉINES.



LA DÉTÉRIORATION SOUDAINE DE LA PERFORMANCE RÉNALE SUR UNE PÉRIODE DE QUELQUES JOURS À QUELQUES SEMAINES PEUT ÊTRE DÉFINIE COMME UNE ATTEINTE RÉNALE OU UNE INSUFFISANCE RÉNALE. CETTE SITUATION CONDUIT À UNE ACCUMULATION DE PRODUITS AZOTÉS DANS LE SANG, ANCIENNEMENT DÉSIGNÉE SOUS LE TERME D'URÉMIE, ET PEUT SE MANIFESTER AVEC OU SANS UNE RÉDUCTION DE LA PRODUCTION D'URINE.



LES ORIGINES DE CETTE CONDITION SONT VARIÉES, ALLANT D'UNE PERFUSION INSUFFISANTE DES REINS DUE À UN TRAUMATISME GRAVE, À UNE CONDITION MÉDICALE SPÉCIFIQUE, EN PASSANT PAR UNE INTERVENTION CHIRURGICALE QUELCONQUE.



EN L'ABSENCE DE TRAITEMENT, IL EST POSSIBLE QUE DES CRISES CONVULSIVES ET UN ÉTAT DE COMA SURVIENNENT. DES DÉSÉQUILIBRES HYDRO-ÉLECTROLYTIQUES ET DES PERTURBATIONS DE L'ÉQUILIBRE ACIDO-BASIQUE SE MANIFESTENT RAPIDEMENT."



LE DIAGNOSTIC NÉCESSITE DES ÉVALUATIONS BIOLOGIQUES, NOTAMMENT LA MESURE DE LA CRÉATININE SANGUINE, DES MARQUEURS URINAIRES, ET PARFOIS UNE BIOPSIE RÉNALE.

LE TRAITEMENT VISE LA CAUSE SOUS-JACENTE, LA GESTION DES ÉQUILIBRES ÉLECTROLYTIQUES ET PEUT INCLURE UNE DIALYSE.

DANS UNE DÉTÉRIORATION SOUDAINE DE LA FONCTION RÉNALE, LES NIVEAUX DE CRÉATININE ET D'URÉE AUGMENTENT RAPIDEMENT (EN QUELQUES JOURS), AVEC DES DÉSÉQUILIBRES ÉLECTROLYTIQUES GRAVES :

- ÉLÉVATION EXCESSIVE DU POTASSIUM ET DE LA CONCENTRATION DE PHOSPHATE DANS LE SANG
- EXCÈS DE LIQUIDE DANS LE CORPS (RISQUE DE GONFLEMENT AIGU DES POUMONS)
- BAISSSE DE CALCIUM DANS LE SANG.

LA SYNTHÈSE RÉDUITE DE CALCITRIOL PERTURBE L'ABSORPTION DE CALCIUM, FAVORISANT LA FORMATION DE DÉPÔTS DE PHOSPHATE ET DE CALCIUM.

L'ORGANISME ADOPTE UNE TENDANCE À L'ACIDOSE, DU FAIT DE SA CAPACITÉ RÉDUITE À ÉLIMINER LES IONS HYDROGÈNE.

EN CAS D'INSUFFISANCE RÉNALE, LA CAPACITÉ DE COAGULATION PEUT ÊTRE RÉDUITE, CE QUI PEUT ÉVENTUELLEMENT CONDUIRE AU DÉVELOPPEMENT D'UNE INFLAMMATION DU PÉRICARDE.

LA PRODUCTION D'URINE VARIE EN FONCTION DU TYPE ET DE L'ORIGINE DE L'INSUFFISANCE RÉNALE SOUDAINE.

DANS LE CADRE DE REINS SAIN :



EN OBSERVANT DES ATHLÈTES MASCULINS EN ACTIVITÉ ET EN ANALYSANT LES NIVEAUX DE CRÉATININE URINAIRE, D'ALBUMINE ET D'URÉE, AUCUNE VARIATION SIGNIFICATIVE N'A ÉTÉ DÉTECTÉE DANS LA PLAGE DE DOSAGE ALLANT DE 1,28 À 2,8 G/KG DE POIDS CORPOREL. CETTE ÉTUDE N'A DURÉ QUE 7 JOURS.



D'AUTRES RECHERCHES ONT ABOUTI À LA CONCLUSION QUE LES RÉGIMES À FORTE TENEUR EN PROTÉINES ENTRAÎNAIENT UNE AUGMENTATION DU DÉBIT DE FILTRATION GLOMÉRULAIRE (DFG). CE DERNIER CONSTITUE UN INDICATEUR DU PROCESSUS DE FILTRATION DES SUBSTANCES INDÉSIRABLES AU NIVEAU DES REINS.



CERTAINS ONT AVANCÉ L'HYPOTHÈSE QU'UNE HAUSSE DU DFG TRADUISAIT UNE PRESSION EXCESSIVE EXERCÉE SUR LES REINS. CEPENDANT, DES ENQUÊTES ULTÉRIEURES ONT DÉMONTRÉ QUE CETTE AUGMENTATION DU DFG N'ENTRAÎNAIT PAS NÉCESSAIREMENT DES LÉSIONS RÉNALES (160) - (162) - (163).

EN RÉSUMÉ, LES ESSAIS RANDOMISÉS MENÉS JUSQU'À PRÉSENT N'ONT PAS APPORTÉ DE PREUVES INDIQUANT QUE LES RÉGIMES RICHES EN PROTÉINES ENTRAÎNENT DES PRÉJUDICES POUR LES OS OU LES REINS DES ADULTES JOUISSANT PAR AILLEURS D'UNE BONNE SANTÉ (163).

LA VÉRITÉ EST QU'UNE DIÈTE RICHE EN PROTÉINES N'EST PAS DANGEREUSE POUR LA FONCTION RÉNALE À PARTIR DU MOMENT OÙ VOUS ÊTES EN BONNE SANTÉ.

DE MÊME, LA CONSOMMATION DE CRÉATINE DANS LE CADRE D'UNE FONCTION RÉNALE Saine N'EST PAS NOCIVE (167).

DANS LE CADRE DE PROBLÉMATIQUE RÉNALE : **(ÉTUDES 164 / 165 / 166)**

LES INDIVIDUS ATTEINTS DE LÉSIONS RÉNALES SE VOIENT SOUVENT CONSEILLER D'ADOPTER DES RÉGIMES À FAIBLE TENEUR EN PROTÉINES, CAR CES RÉGIMES SEMBLent RALENTIR LA PROGRESSION DES DOMMAGES RÉNAUX QUI SEMBLent INÉVITABLES.

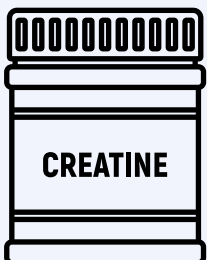
SANS UNE RÉGULATION DE LA CONSOMMATION DE PROTÉINES CHEZ LES PERSONNES ATTEINTES DE LÉSIONS RÉNALES, CELA POURRAIT ACCÉLÉRER, OU AU MINIMUM NE PAS ATTÉNUER, LA DÉTÉRIORATION DE LEUR FONCTION RÉNALE.

0,4-0,8 GR PAR
KG DE PDC



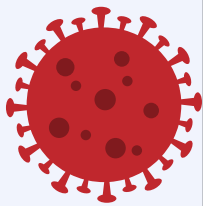
**C'EST LA CONSOMMATION RECOMMANDÉE
DANS LE BUT DE PRÉVENIR L'ACCÉLÉRATION
DE LA DÉTÉRIORATION DE LA FONCTION
RÉNALE.**

EXTRAIT DE « LES COMPLÉMENT ALIMENTAIRES POUR SPORTIFS – RAPPORT ANSES 2016 » :



LA PRISE DE PROTÉINES ET DE CRÉATINE SEMBLE AGGRAVER LES ATTEINTES DE LA FONCTION RÉNALE (COMBE ET APARICIO 1993; PRITCHARD ET KALRA 1998).

EN EFFET, IL SEMBLE QUE LA CONSOMMATION EXCESSIVE DE PROTÉINES ENTRAÎNE UNE HYPERTROPHIE ET UNE VASODILATATION RÉNALES, AINSI QU'UNE AUGMENTATION DU TAUX DE FILTRATION GLOMÉRULAIRE, CE QUI CONDUIT À UNE BAISSÉ DE LA RÉABSORPTION DES PROTÉINES ET DONC À UNE PROTÉINURIE.



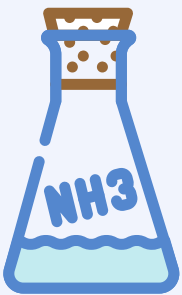
CE PROCESSUS EST ACCÉLÉRÉ LORSQUE D'AUTRES FACTEURS SONT PRÉSENTS, À SAVOIR UNE PATHOLOGIE RÉNALE, UNE NÉPHRECTOMIE OU UN DIABÈTE (BRENNER ET AL. 1982).

CHEZ DES SUJETS SANS ANTÉCÉDENT D'ALTÉRATION DE LA FONCTION RÉNALE, LES ÉVENTUELLES CONSÉQUENCES NÉFASTES D'UNE CONSOMMATION EXCESSIVE DE PROTÉINES ALIMENTAIRES SUR LE REIN N'ONT PAS ÉTÉ DÉMONTRÉES (ANTONIO ET AL. 2016; MARTIN ET AL. 2005; POORTMANS ET DELLALIEUX 2000).

EN CONSÉQUENCE, IL EST DÉCONSEILLÉ AUX SUJETS PRÉSENTANT DES PATHOLOGIES RÉNALES OU D'AUTRES FACTEURS DE RISQUE, TELS QUE LA NÉPHRECTOMIE OU LE DIABÈTE, DE PRENDRE DES COMPLÉMENTS PROTÉIQUES OU DE LA CRÉATINE.

DES ANALYSES URINAIRES RÉGULIÈRES DOIVENT ÊTRE RÉALISÉES POUR SURVEILLER LA PRÉSENCE DE PROTÉINURIE. LE DÉBIT D'EXCRÉTION URINAIRE DE L'ALBUMINE DOIT ÊTRE INFÉRIEUR À 20 MG/MIN POUR LES URINES COLLECTÉES APRÈS 20 HEURES D'INACTIVITÉ PHYSIQUE (POORTMANS ET FRANCAUX 2000).

GLUTAMINE ET INSUFFISANCE RÉNALE – ATTENTION:



LE MÉTABOLISME DE LA GLUTAMINE (GLN) DANS LES REINS JOUE UN RÔLE ESSENTIEL DANS L'HOMÉOSTASIE AZOTÉE ET LA RÉGULATION DE L'AMMONIAC DANS LE CORPS.

ENVIRON 10 À 15 % DU FLUX TOTAL DE GLN DANS LE CORPS EST ABSORBÉ PAR LES REINS VIA LE TRANSPORTEUR SN1.

UNE FOIS ABSORBÉE, LA GLN EST MÉTABOLISÉE DANS LES REINS EN AMMONIAC PAR LA GLUTAMINASE (GA) DÉPENDANTE DU PHOSPHATE ET LA GLUTAMATE DÉSHYDROGÉNASE.

ENVIRON 70 % DE L'AMMONIAC PRODUIT DANS LES REINS EST LIBÉRÉ DANS LA VEINE RÉNALE, TANDIS QUE LE RESTE EST EXCRÉTÉ DANS L'URINE.

CETTE LIBÉRATION DIRECTE DANS LA CIRCULATION SYSTÉMIQUE PEUT AVOIR UN IMPACT SUR DIVERS ORGANES, NOTAMMENT LE CERVEAU.

EN REVANCHE, L'AMMONIAC PRODUIT DANS L'INTESTIN PASSE D'ABORD PAR LE FOIE POUR ÊTRE DÉTOXIFIÉ.

UN APPORT ACCRU DE GLN, SURTOUT PAR VOIE PARENTÉRALE, AUGMENTE LE DÉBIT DE FILTRATION GLOMÉRULAIRE, LE DÉBIT PLASMATIQUE RÉNAL ET LA PRODUCTION D'AMMONIAC RÉNAL.

CELA PEUT ENTRAÎNER UNE ACCUMULATION DE PROTÉINES DANS LES REINS, EN PARTICULIER CHEZ LES ANIMAUX NOURRIS AVEC UN RÉGIME RICHE EN GLN OU EN PROTÉINES.



CHEZ DES VOLONTAIRES ÂGÉS, UNE SUPPLÉMENTATION EN GLUTAMINE A ÉTÉ ASSOCIÉE À DES TAUX ACCRUS D'AZOTE URÉIQUE SÉRIQUE ET DE CRÉATININE, AINSI QU'À UNE DIMINUTION DU DÉBIT DE FILTRATION GLOMÉRULAIRE.



AINSI, CHEZ LES PATIENTS ATTEINTS D'INSUFFISANCE RÉNALE CHRONIQUE, L'AUGMENTATION DE L'APPORT EN GLUTAMINE DEVRAIT ÊTRE ÉVITÉE, EN ACCORD AVEC LES NORMES CLINIQUES DE RÉDUCTION DE L'APPORT PROTÉIQUE CHEZ LES PATIENTS À RISQUE D'URÉMIE RÉNALE.



COMPRENDRE LES PROTÉINES EN POUDRE

Étude 206 à 246

WHEY



ISABELLE TAMARA FUZEAU

Ingénieure R&D Nutrition Santé et Sci. aliments, spé compléments ali.



ISA NUTRICOACHING



LE RECOURS AUX PROTÉINES EN POUDRE PROVIENT DE LEUR FACILITÉ DE CONSOMMATION : ELLE NÉCESSITE SEULEMENT DE LA POUDRE ET DE L'EAU (OU DU LAIT).

Celle-ci peut avoir plusieurs avantages dans un plan alimentaire.



ELLE PERMET DE GAGNER DU TEMPS EN REMPLAÇANT UN REPAS OU EN TANT QUE COLLATION, MÊME SI ELLE N'EST PAS CONSIDÉRÉE COMME UN SUBSTITUT DE REPAS.



ELLE PEUT ÊTRE UTILE POUR ATTEINDRE VOTRE APPORT QUOTIDIEN EN PROTÉINES, SURTOUT SI VOUS AVEZ DU MAL À EN CONSOMMER SUFFISAMMENT, NOTAMMENT LORSQUE :



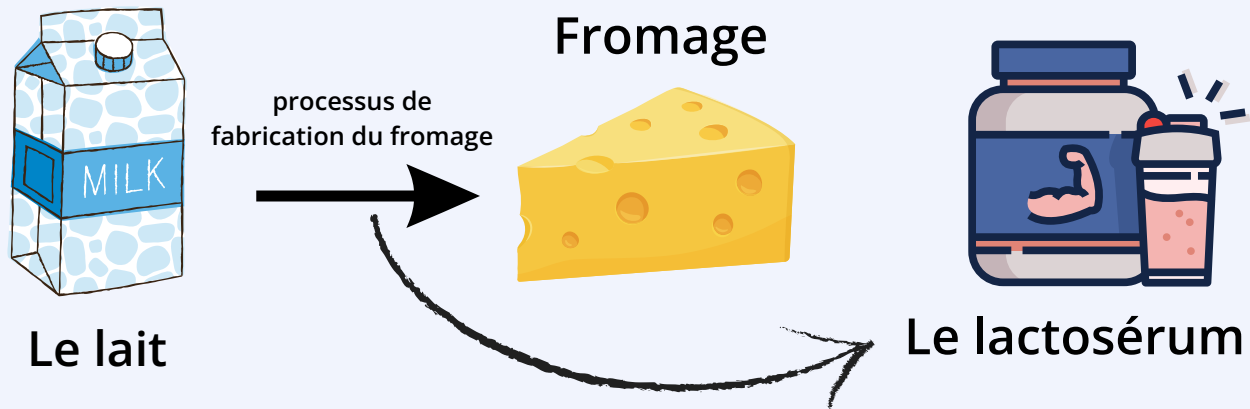
UN TOTAL CALORIQUE TRÈS ÉLEVÉ REND DIFFICILE LA CONSOMMATION D'UNE GRANDE QUANTITÉ DE PROTÉINES SOUS FORME SOLIDE

OU

SI VOUS AVEZ DU MAL À RESSENTIR LA SATIÉTÉ MALGRÉ UN VOLUME ALIMENTAIRE ÉLEVÉ, LES PROTÉINES EN POUDRE PEUVENT CONSTITUER UNE ALTERNATIVE PRATIQUE.

1 - LA WHEY: PROTÉINE DE LACTOSÉRUM

A) DÉFINITION ET PROCÉDÉS DE FABRICATION



LE LACTOSÉRUM EST UN CO-PRODUIT LAITIER OBTENU APRÈS LA SÉPARATION DU LAIT DANS LE PROCESSUS DE FABRICATION DU FROMAGE. IL CONTIENT ENVIRON 20 % DES PROTÉINES LAITIÈRES TOTALES (MODLER, 1985B).

LE LACTOSÉRUM EST LONGTEMPS RESTÉ UN PRODUIT MIS DE CÔTÉ, JETÉ, UTILISÉ COMME ENGRAIS OU DANS L'ALIMENTATION ANIMALE.

**DÉBUT 20ÈME
SIÈCLE**

1950

1960

DES ÉLEVEURS ONT COMMENCÉ À REMARQUER QUE LES ANIMAUX NOURRIS AVEC DE LA NOURRITURE SUPPLÉMENTÉE EN LACTOSÉRUM DISPOSAIENT D'UNE MASSE MUSCULAIRE SUPÉRIEURE ET PRÉSENTAIENT UNE MEILLEURE SANTÉ.

LA DÉCOUVERTE DE SES AVANTAGES POUR LA SANTÉ MUSCULAIRE A CONDUIT À LA CRÉATION DE LA PREMIÈRE BOISSON À BASE DE LACTOSÉRUM, RIVELLA®. IL S'AGISSAIT D'UNE BOISSON GAZEUSE À BASE DE LACTOSÉRUM (35%) PROPOSÉE EN PARTICULIER AUX SPORTIFS.

LA MÉDECINE ET LA SCIENCE COMMENCENT À EXPLORER LES BIENFAITS DE CES PROTÉINES SUR LE MÉTABOLISME MUSCULAIRE.

LES PROPRIÉTÉS DES POUDRES DE LACTOSÉRUM DÉPENDENT DE FACTEURS TELS QUE LE TYPE DE LACTOSÉRUM, SA SOURCE ET LES TRAITEMENTS PRÉCÉDANT LE SÉCHAGE, CE QUI INFLUE SUR LA CONCENTRATION EN PROTÉINES, EN LACTOSE ET EN MATIÈRES GRASSES DU PRODUIT FINAL.

1) TYPE DE LACTOSÉRUM

LE LACTOSÉRUM CORRESPOND À LA FRACTION LIQUIDE RÉCUPÉRÉE APRÈS LA COAGULATION DU LAIT. SELON LE TYPE DE COAGULATION, ON PEUT OBTENIR DEUX TYPES DE LACTOSÉRUM QUI DÉFINISSENT LES PROPRIÉTÉS DES POUDRES DE LACTOSÉRUM QUI SERONT OBTENUES PAR LA SUITE :

LE LACTOSÉRUM DOUX

Il est obtenu après écrémage et séchage du lactosérum frais issu de la production des fromages fabriqués par une coagulation de type présure (cheddar, mozzarella, Suisse) (Canadian Dairy Commission; Milk Ingredients, 2011).

Sur la base de la matière sèche, sa composition est la même que celle du lactosérum liquide et son pH en solution est supérieur à 5,6.

Il présente un intérêt pour les produits de cuisson céréalière.

Sa composition en acides aminés est complémentaire de celle des protéines végétales.

Il améliore aussi la valeur nutritionnelle et organoleptique des produits finis (De La Guérivière, 1981) tels que les biscuits, les pâtes à tarte, le pain...

LE LACTOSÉRUM ACIDE

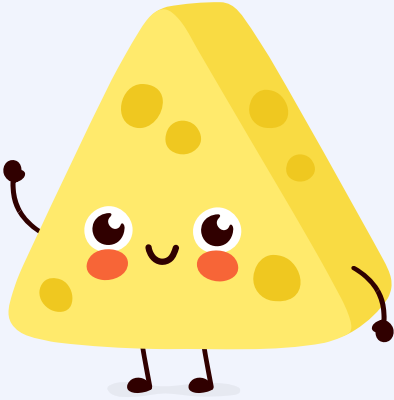
Il est obtenu par séchage du lactosérum frais issu de la fabrication de fromage non affinés fabriqués principalement par coagulation acide (avec des bactéries lactiques), tels que le cottage et la ricotta.

Sa composition ressemble à celle de la poudre de lactosérum doux, à l'exception de sa teneur en lactose inférieure et de sa source riche en calcium laitier.

2) SOURCES

LES PROTÉINES DE LACTOSÉRUM PEUVENT PROVENIR DE DEUX SOURCES DIFFÉRENTES :

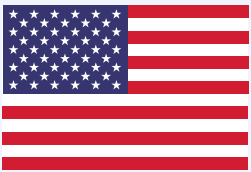
SOURCE FROMAGÈRE



LE LACTOSÉRUM, UN CO-PRODUIT DE L'INDUSTRIE FROMAGÈRE, EST OBTENU PAR COAGULATION DU LAIT GRÂCE À UNE MÉTHODE ENZYMATIQUE (PRÉSURE, BACTÉRIES LACTIQUES) OU PAR ACIDIFICATION CHIMIQUE À BASE D'ACIDES FORTS AFIN DE SÉPARER LA FRACTION SOLIDE (LES CASÉINES) DE LA FRACTION LIQUIDE (LACTOSÉRUM + MINÉRAUX...).

CELA PERMET DE FABRIQUER DES FROMAGES AFFINÉS. APRÈS RÉCUPÉRATION, FILTRATION, CONCENTRATION, PURIFICATION ET SÉCHAGE, LE LACTOSÉRUM D'ORIGINE FROMAGÈRE, INITIALEMENT CONSIDÉRÉ COMME UN DÉCHET, EST LARGEMENT UTILISÉ SUR LE MARCHÉ DES PROTÉINES EN POUDRE, OFFRANT UNE SOLUTION DURABLE (VUILLEMARD, 2018).

ATTENTION : Il est courant d'entendre dire que la protéine de lactosérum d'origine fromagère est de moins bonne qualité que celle d'origine laitière.



CETTE IDÉE REÇUE PROVIENT DU FAIT QU'AUX ÉTATS-UNIS, LE LACTOSÉRUM FROMAGER PROVIENT DE L'INDUSTRIE DU CHEDDAR, QUI EST CRITIQUÉE EN RAISON DES TECHNIQUES DE BLANCHIMENT UTILISÉES DANS CE TYPE D'INDUSTRIE.

CES PROCÉDÉS VISENT À ÉLIMINER LE BÊTA-CAROTÈNE, UN PIGMENT NATUREL PRÉSENT DANS L'HERBE DES VACHES LAITIÈRES, QUI S'ACCUMULE DANS LES CELLULES ADIPEUSES ET DONNE UNE COULEUR ORANGÉE AU LAIT.

POUR CE FAIRE, ILS UTILISENT LE PEROXYDE DE BENZOYLE OU D'HYDROGÈNE.

L'IMPACT TOXIQUE DES AGENTS DE BLANCHIMENT EST INCERTAIN.

CONSERVER LE BÊTA-CAROTÈNE NATUREL SEMBLE PLUS SAIN ET INTÉRESSANT SUR LE PLAN NUTRITIONNEL.

CEPENDANT, L'ABSENCE D'OBLIGATION D'INDIQUER L'UTILISATION DE CES AGENTS DANS L'ÉTIQUETAGE REND DIFFICILE LA DISTINCTION DES PRODUITS TRAITÉS. IL EST ÉGALEMENT CONSEILLÉ DE PRÊTER ATTENTION À LA PROVENANCE DU LACTOSÉRUM (MARCHÉ AMÉRICAIN OU ASIATIQUE) EN RAISON DES DIFFÉRENCES DE RÉGLEMENTATION, NOTAMMENT EN CE QUI CONCERNE L'UTILISATION D'HORMONES.



OPTEZ DONC POUR UN LACTOSÉRUM D'ORIGINE FROMAGÈRE ET EUROPÉENNE.

SOURCE LAITIÈRE



L'INVERSE DE LA PROTÉINE DE LACTOSÉRUM EN POUDRE D'ORIGINE FROMAGÈRE, CELLE D'ORIGINE LAITIÈRE PROVIENT DIRECTEMENT DE L'INDUSTRIE DU LAIT FRAIS.

ELLE EST OBTENUE PRINCIPALEMENT PAR MICROFILTRATION, PASTEURISATION ET CONCENTRATION.

LE PROCÉDÉ DE MICROFILTRATION PERMET D'OBTENIR UN LACTOSÉRUM, APPELÉ PERMÉAT, SANS QUASIMENT AUCUNE MATIÈRE GRASSE CAR LES PORES DE LA MEMBRANE UTILISÉE POUR LA FILTRATION SONT EXTRÊMEMENT PETITS.

L'AVANTAGE PRINCIPAL DE CE TYPE DE FILTRATION EST LA NON-DÉNATURATION DES PROTÉINES ET DES ENZYMES AU COURS DE LA CONCENTRATION CAR ELLES NE SUBISSENT AUCUN TRAITEMENT THERMIQUE, ENZYMATIQUE OU CHIMIQUE.

EN REVANCHE, UNE CONCENTRATION DES CONTAMINANTS PEUT ÊTRE OBSERVÉE AVEC CETTE TECHNIQUE, CE QUI LIMITE SON UTILISATION DANS LES LAITS MATERNISÉS PAR EXEMPLE.



EN RÉALITÉ, IL EST DIFFICILE DE SAVOIR L'ORIGINE DU LACTOSÉRUM UTILISÉ DANS LE POT DE WHEY. CERTAINES MARQUES LE PRÉCISENT COMME UN GAGE DE QUALITÉ ET DE TRAÇABILITÉ, MAIS AUCUNE RÉGLEMENTATION N'OBLIGE LES INDUSTRIELS À LE MENTIONNER.

DANS LES FAITS, IL N'EST PAS TRÈS IMPORTANT DE SAVOIR D'OÙ PROVIENT LE LACTOSÉRUM QUE VOUS CONSOMMEZ DANS UNE WHEY CAR LES RÉSULTATS FINAUX ATTENDUS DE CE TYPE DE PRODUIT SERONT LES MÊMES.

CEPENDANT, SI VOUS RECHERCHEZ UNE QUALITÉ OPTIMALE POUR DES RAISONS PERSONNELLES ET/OU DE SANTÉ, DANS CE CAS, TOURNEZ-VOUS VERS UNE MARQUE QUI EST TRANSPARENTE SUR SON SOURCING AFIN D'ÊTRE SÛR DE LA PROVENANCE DE LA MATIÈRE PREMIÈRE.

3) TRAITEMENTS

EFFECTIVEMENT, LES POUDRES DE PROTÉINES DE LACTOSÉRUM SONT OBTENUES À PARTIR DE PLUSIEURS ÉTAPES ET TECHNIQUES :

- L'OSMOSE INVERSE
- LA CHROMATOGRAPHIE PAR ÉCHANGE D'IONS
- L'ULTRAFILTRATION
- LA MICROFILTRATION
- L'ÉLECTRODIALYSE
- LES PROCÉDÉS THERMIQUES
- LA PRÉCIPITATION PAR DES AGENTS COMPLEXANTS

ÉTAPE 1 : CONCENTRATION DES PROTÉINES A PARTIR DU LAIT

EN FONCTION DE LA TECHNIQUE CHOISIE, ON PEUT OBTENIR DIFFÉRENTES CONCENTRATIONS DE PROTÉINES DE LACTOSÉRUM ALLANT DE 25 À 97%.

AUJOURD'HUI, DES TECHNIQUES DE MICROFILTRATION ET D'ULTRAFILTRATION SONT UTILISÉES POUR FABRIQUER LE CONCENTRÉ DE PROTÉINES DE LACTOSÉRUM (CPL).

ENSUITE, UNE SECONDE TECHNIQUE DE FILTRATION EST UTILISÉE AFIN D'OBTENIR DE L'ISOLAT DE PROTÉINES DE LACTOSÉRUM (IPL).

UNE TROISIÈME ÉTAPE DE FRACTIONNEMENT PEUT ÊTRE APPLIQUÉE POUR OBTENIR DE L'HYDROLYSAT DE PROTÉINES DE LACTOSÉRUM (HPL) QUI TRANSFORME LES PROTÉINES ENTIÈRES EN PEPTIDES, CE QUI FACILITE LA DIGESTION ET L'ABSORPTION.

Voici un tableau récapitulatif des techniques utilisées et appropriées en fonction des concentrations souhaitées en protéines (Vuilleumard J-C., Gauthier S., Paquin, P. (1989)):

TECHNIQUE	DESCRIPTION	CONCENTRATION / TYPE DE WHEY
Osmose inverse	Séparation de l'eau et des déchets solubles, des constituants solides (bactéries, lipides, caséine, protéines de lactosérum, minéraux...). Il en résulte uniquement l'eau et les constituants solubles afin de récupérer les constituants solides qui seront ensuite filtrés et pasteurisés pour éliminer les bactéries et les lipides restants. Une nanofiltration est très souvent réalisée par la suite pour éliminer également les minéraux.	
Chromatographie par échange d'ions (procédé Sphérosil)	Extraction des protéines de lactosérum par contact avec une résine en silice d'échange d'ions (les protéines chargées positivement sont retenues sur la résine), puis élution à l'acide chlorhydrique ou à l'ammoniac et séparation avec les autres constituants qui sont éliminés par rinçage. Il est également possible d'utiliser une colonne échangeuse d'ions pour cette technique, ce qui permet d'obtenir une concentration finale en protéines supérieure à 90 % avec seulement quelques traces de matière grasse et de lactose (Anonyme, 1982).	IPL > 90% avec quasiment aucun lipide résiduel ni agents oxydants.
Ultrafiltration	Séparation sous pression de l'eau, des sels, du lactose et des acides de la fraction protéique et des matières grasses. C'est un procédé beaucoup plus doux que ses cousins utilisant des procédés thermiques. L'inconvénient de cette technique est que la concentration en contaminants peut rester, comme des lipides et des minéraux résiduels (fer, cuivre), qui peuvent provoquer des réactions d'oxydation dénaturant le goût final.	CPL entre 35 et 65% de protéines sans diafiltration. CPL à 80% avec diafiltration. IPL > 90% avec diafiltration sur lactosérum pré délipidé.
Microfiltration	Séparation des protéines du lait en deux flux différents (caséines et lactosérum), suivie d'une diafiltration pour concentrer les protéines de lactosérum.	CPL

TECHNIQUE	DESCRIPTION	CONCENTRATION / TYPE DE WHEY
Procédés thermiques	Isolation des protéines de lactosérum sous forme de lactalbumine à des températures allant de 55 à 100°C, suivie du refroidissement (pour agréger les protéines), du lavage (pour éliminer les sels et le lactose), puis de la filtration sur tambour et du séchage par atomisation. Ce procédé permet de récupérer 95 % des protéines et d'obtenir un produit contenant au moins 80 % de protéines (Creig, 1979). Cette poudre de protéines de lactosérum est plus souvent utilisée dans les produits de boulangerie à base de céréales, les pâtes alimentaires, les confiseries, les produits carnés, les barres nutritionnelles, etc., car elles ont une faible solubilité, ce qui serait gênant pour un produit à boire.	CPL entre 10-80% de protéines en fonction de la température utilisée.
L'hydrolyse	C'est un processus qui consiste à transformer la protéine entière en peptides ou en acides aminés (les constituants des protéines). Elle peut être réalisée de manière chimique en milieu acide ou alcalin, ou de manière enzymatique.	HPL >90% de protéines hydrolysées avec un degré d'hydrolyse variable en fonction de l'hydrolyse appliquée.

ÉTAPES SUPPLÉMENTAIRES NON OBLIGATOIRES:

LA DÉMINÉRALISATION:

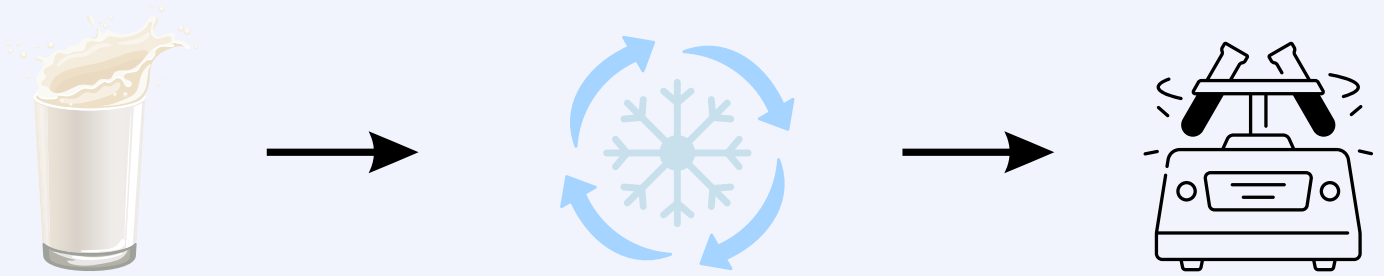
CETTE OPÉRATION CONSISTE À RETIRER, À PARTIR D'UN LACTOSÉRUM DOUX DE TRÈS BONNE QUALITÉ BACTÉRIOLOGIQUE CONTENANT TRÈS PEU D'ACIDE LACTIQUE ET DE MINÉRAUX, UNE PARTIE DES IONS MÉTALLIQUES ET DE L'ACIDE LACTIQUE.

CETTE OPÉRATION EST RÉALISÉE PAR ÉLECTRODIALYSE OU PAR ÉCHANGE D'IONS.

IL EXISTE AUSSI UNE AUTRE TECHNIQUE NOMMÉE LA NANOFILTRATION, QUI PERMET DE SÉPARER LES MINÉRAUX DES AUTRES CONSTITUANTS DU LAIT.

ON OBTIENT UN PRODUIT AVEC PEU DE MINÉRAUX (CE QUI PERMET D'AMÉLIORER LE GOÛT).

LE DELACTOSAGE (CRISTALLISATION DU LACTOSE) :

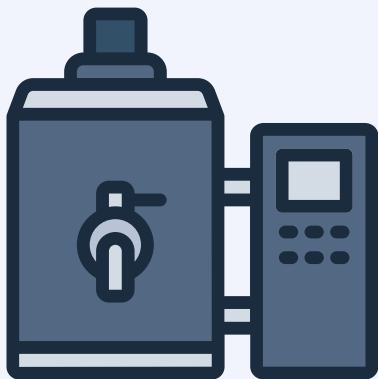


IL S'AGIT D'UN CO-PRODUIT DE LA FABRICATION DU LACTOSE. POUR EXTRAIRE LE LACTOSE, LE LACTOSÉRUM EST CONCENTRÉ À 65°C, REFROIDI ET CENTRIFUGÉ.

LES PROTÉINES SONT DONC EN PARTIE DÉNATURÉES PAR LE TRAITEMENT THERMIQUE ET LA TENEUR EN MINÉRAUX RAPPORTÉE À L'EXTRAIT SEC EST TRÈS ÉLEVÉE.

CETTE TECHNIQUE PERMET D'OBTENIR DES PROTÉINES DE LACTOSÉRUM EN POUDRE DÉLACTOSÉES.

ÉTAPE 2 : LA PASTEURISATION



CETTE TECHNIQUE CONSISTE À SOUMETTRE LE LACTOSÉRUM OBTENU À UN TRAITEMENT THERMIQUE <100°C, VISANT À DÉTRUIRE LES ENZYMES ET LES BACTÉRIES PATHOGÈNES SOUS FORME VÉGÉTATIVE (BRUCELLA ABORTIS, MYCOBACTERIUM TUBERCULOSIS ET COXIELLA BURNETII).

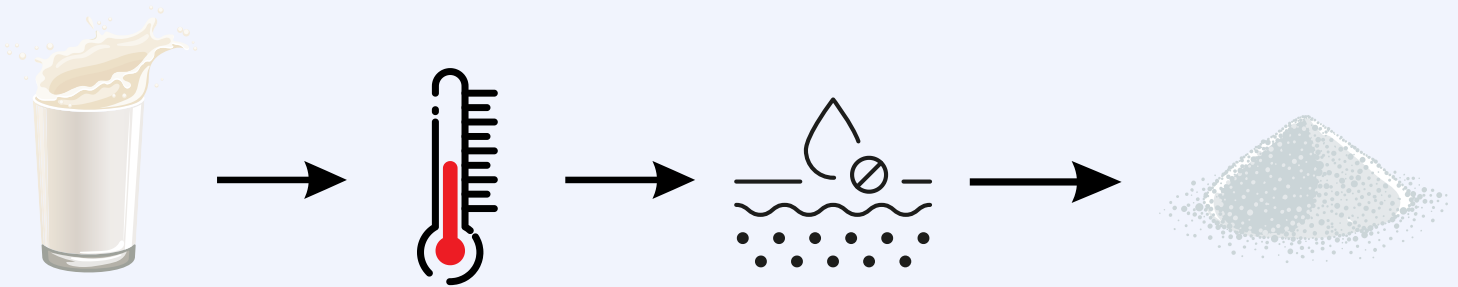
C'EST UNE OPÉRATION ABSOLUMENT OBLIGATOIRE EN FRANCE.

SI CE N'EST PAS LE LACTOSÉRUM OBTENU QUI EST PASTEURISÉ, C'EST AU MOINS LE LAIT UTILISÉ À LA BASE QUI L'EST.

ÉTAPE 3 : LE SÉCHAGE

(Vuillemand et al, 1989)

CETTE TECHNIQUE PEUT ÊTRE RÉALISÉE PAR ATOMISATION, MOUTURE ET TAMISAGE.

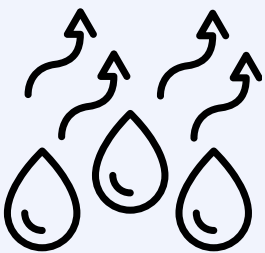


LE PROCÉDÉ DE SÉCHAGE PAR ATOMISATION EST UNE MÉTHODE DE DÉSHYDRATATION DES ALIMENTS UTILISÉE DANS L'AGROALIMENTAIRE.

IL CONSISTE À RETIRER L'EAU CONTENUE DANS UN LIQUIDE (COMME LE LAIT ICI), AFIN D'OBTENIR UNE POUDRE PAR LE PASSAGE D'UN FLUX D'AIR CHAUD.

LORS DU PROCESSUS, LE LIQUIDE VA ÊTRE PULVÉRISÉ EN FINES GOUTTELETTES DANS UN CYLINDRE VERTICAL.

C'EST AU CONTACT DE L'AIR CHAUD QUE L'EAU VA S'ÉVAPORER PERMETTANT ALORS DE CONSERVER UNIQUEMENT LES CONSTITUANTS NON AQUEUX DANS LE PRODUIT FINAL SOUS FORME DE POUDRE.



LES TECHNOLOGIES DE SÉCHAGE PAR ATOMISATION OFFRENT DES POUDRES DE LACTOSÉRUM AVEC DIVERSES PROPORTIONS DE PROTÉINES NON DÉNATURÉES, SELON LE TYPE DE POUDRE.
(VUILLEMARD ET AL, 1989)

HIGH HEAT

Les protéines des poudres de lactosérum « high heat » sont hautement dénaturées et relativement insolubles. C'est pour cette raison qu'elles sont utilisées dans les aliments où la solubilité est indésirable ou non nécessaire (produits de boulangeries, pâtes, céréales de petits déjeuners ...)

MEDIUM HEAT

Il existe aussi les protéines des poudres « médium-heat » qui sont un juste milieu des deux et qui peuvent être utilisées pour différentes préparations où la solubilité n'a pas besoin d'être parfaite.

LOW HEAT

Les poudres « low heat » contiennent des protéines très solubles et sont utilisées dans des produits alimentaires où la saveur, la couleur et la stabilité physiques et la solubilité sont requises (les protéines à boire).



AUJOURD'HUI, LES INDUSTRIES AGROALIMENTAIRES UTILISENT DES INGRÉDIENTS À BASE DE LACTOSÉRUM COMME LES POUDRES, LES CONCENTRÉS DE PROTÉINES DE LACTOSÉRUM (CPL) OU LES ISOLATS DE PROTÉINES DE LACTOSÉRUM (IPL), DANS LA FABRICATION DE PRODUITS SPORTIFS, DE YOGOURTS ET DE BOISSONS FERMENTÉES (CHO ET AL, 2015).

LES BOISSONS À BASE DE LACTOSÉRUM SONT DES PRODUITS NON CONVENTIONNELS SOUVENT RÉSERVÉS AUX ATHLÈTES ET NOTAMMENT LES CULTURISTES.

ÉTAPE 4 : LES DIFFÉRENTS TYPES (CONCENTRATIONS) DE PROTÉINES DE LACTOSÉRUM EN POUDRE :

Il existe 3 types de protéines de lactosérum en poudre :

LE CONCENTRÉ DE PROTÉINES DE LACTOSÉRUM (CPL) OU « WHEY PROTEIN CONCENTRATE » (WPC)	L'ISOLAT DE PROTÉINES DE LACTOSÉRUM (IPL) OU « WHEY PROTEIN ISOLATE » (WPI) :	L'HYDROLYSAT DE PROTÉINES DE LACTOSÉRUM (HPL) OU « WHEY PROTEIN HYDROLYZED » (WPH)
Les CPL sont généralement obtenus par ultrafiltration ou microfiltration "partielle" avec l'élimination d'une partie des minéraux, des matières grasses et du lactose. Cette filtration partielle fait que ce type de protéines en poudre possède une concentration en protéines allant de 35 à 80%. Elles sont généralement moins chères que les IPL ou HPL car elles ont subi un processus de filtration en moins ou moins puissant.	Les IPL sont généralement obtenus par ultrafiltration ou microfiltration double, complétée par une autre filtration complémentaire. C'est cette technique poussée de filtration qui permet aux IPL d'obtenir un rendement en protéines supérieur à 90 % en moyenne et d'être quasiment dépourvues de matières grasses et de lactose.	Il s'agit d'une poudre de protéines de lactosérum hydrolysées avec un degré d'hydrolyse (DH) variable (exprimé en %) en fonction de la technique utilisée. Plus le degré d'hydrolyse est élevé, plus le lactosérum a été hydrolysé et la proportion de peptides ou d'acides aminés par rapport aux protéines entières est importante.



VOUS NE TROUVEREZ JAMAIS UNE PROTÉINE EN POUDRE À BOIRE 100% HYDROLYSÉE CAR L'HYDROLYSE CONFÈRE UN GOÛT EXTRÊMEMENT AMER AU PRODUIT FINAL.

IL EST DONC IMPOSSIBLE DE LES BOIRE TELLES QUELLES. EN GÉNÉRAL, L'HPL EST AJOUTÉ EN QUANTITÉ PLUS OU MOINS GRANDE (ENTRE 5 ET 15% DU PRODUIT FINAL) DANS UNE IPL OU UN CPL.

IL EXISTE DES PRODUITS QUI CONTIENNENT ENTRE 65 ET 70% DE PROTÉINES HYDROLYSÉES MAIS ILS NE SONT PAS CONSIDÉRÉS COMME DES "WHEY" À BOIRE TELLES QUELLES.

LE DH EST RAREMENT MENTIONNÉ SUR LES POTS DE PROTÉINES. IL EST DONC DIFFICILE DE CONNAÎTRE LE RÉEL DEGRÉ D'HYDROLYSE D'UN POT DE PROTÉINES EN POUDRE SAUF SI LE FABRICANT LE MENTIONNE SPÉCIFIQUEMENT.

LE CAS DE L'ÉTIQUETAGE « PROTÉINES NATIVES »

C'EST UNE DÉNOMINATION, PRÉCISION QUE L'ON VOIT DE PLUS EN PLUS SOUVENT SUR LES PACKAGINGS DES PROTÉINES EN POUDRE À BASE DE LACTOSÉRUM : "PROTÉINES NATIVES" - "PROTÉINES ISSUES DE LAIT NON DÉNATURÉ" - "PROTÉINES NON DÉNATURÉES" - "LACTOSÉRUM INTACT" ...

CES DÉNOMINATIONS SONT PUREMENT ET UNIQUEMENT MARKETING POUR PLUSIEURS RAISONS :

1

LA PASTEURISATION OBLIGATOIRE :

LE LAIT, POUR ÊTRE UTILISÉ, DOIT OBLIGATOIREMENT ÊTRE PASTEURISÉ, C'EST-À-DIRE SUBIR UN TRAITEMENT THERMIQUE INFÉRIEUR À 100°C.

CELA VISE À DÉTRUIRE LES ENZYMES ET LES BACTÉRIES PATHOGÈNES SOUS FORME VÉGÉTATIVE (BRUCELLA ABORTUS, MYCOBACTERIUM TUBERCULOSIS ET COXIELLA BURNETII).

OR, LA PLUPART DES PROTÉINES SE DÉNATURENT (CHANGEMENT DANS LA STRUCTURE TRIDIMENSIONNELLE, SOIT AU NIVEAU SECONDAIRE, TERTIAIRE OU QUATERNAIRE) DE MANIÈRE IRRÉVERSIBLE AU CONTACT D'UNE TEMPÉRATURE INFÉRIEURE À 75°C.

LES NOMBREUSES LIAISONS HYDROGÈNES STABILISANT LA STRUCTURE DES PROTÉINES SONT DÉSTABILISÉES PAR LA CHALEUR, PROVOQUANT AINSI LA DÉNATURATION DE LA PROTÉINE.

LA CHALEUR PEUT ENGENDRER DES MODIFICATIONS TELLES QUE LA DESTRUCTION DES ACIDES AMINÉS SOUFRÉS, DE LA SÉRINE, DE LA THRÉONINE, DE LA LYSINE...

AINSI, LA PASTEURISATION, ÉTANT UN PROCESSUS THERMIQUE OBLIGATOIRE POUR LA SÉCURITÉ SANITAIRE DE TOUS LES PRODUITS ISSUS DU LAIT, LES PROTÉINES DE LACTOSÉRUM CONSTITUANT LA WHEY NE PEUVENT DONC PAS ÊTRE À L'ÉTAT NATIF DANS LE PRODUIT FINAL (QI PX ET AL., 2015).

2

LES PROCESSUS DE SÉCHAGE ET DE CONCENTRATION

ILS PERMETTENT DE DÉNATURER LA PROTÉINE AVANT LA MISE EN POT.

MÊME SI LES PROCESSUS CHOISIS SONT CONSIDÉRÉS COMME DOUX AVEC UN MINIMUM D'IMPACT SUR LES PROTÉINES, CELUI-CI RESTE SUFFISANT POUR QU'ELLES NE SOIENT PLUS « NATIVES » AU SENS STRICT DU TERME.



EN RÉALITÉ, LE SEUL ARGUMENT QUE POURRAIT AVANCER LES VENDEURS EST QUE LEURS PROTÉINES DE LACTOSÉRUM PROVIENDRAIT DE L'INDUSTRIE LAITIÈRE D'UN LAIT ISSU D'UNE MICROFILTRATION SANS PASTEURISATION PRÉALABLE ET NON DE L'INDUSTRIE FROMAGÈRE OU LE LAIT AURAIT ÉTÉ FORCÉMENT PASTEURISÉ AVANT.

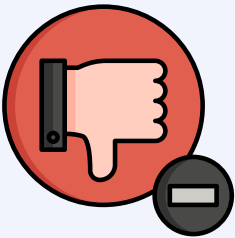
NÉANMOINS LE PRODUIT FINAL AURAIT FORCÉMENT ÉTÉ PASTEURISÉ, CONCENTRÉ ET SÉCHÉ, CE QUI AURAIT INÉVITABLEMENT DÉNATURER LES PROTÉINES.



EN FAIT, LE SEUL CAS OÙ LE TERME NATIF POURRAIT ÊTRE UTILISÉ SERAIT POUR LA VENTE :

- **D'UN CONCENTRÉ DE PROTÉINES TOTALE DU LAIT (DONC CASÉINES + LACTOSÉRUM), QUI SERAIT TOUT DE MÊME PASTEURISÉ, CONCENTRÉ ET SÉCHÉ ÉGALEMENT (MÊME SI ENCORE UNE FOIS, CES PROCESSUS PROVOQUENT UN MINIMUM D'IMPACT SUR LES PROTÉINES),**
- **D'UN RETENTÂT CRU DE PROTÉINES DE LACTOSÉRUM SANS PASTEURISATION CE QUI EST : INTERDIT (DANS CERTAINS PAYS)**

(Hamarsland et al., 2017)



AUCUNE PREUVE N'A ÉTÉ APPORTÉE SUR UN BÉNÉFICE NUTRITIONNEL OU UNE MEILLEURE EFFICACITÉ DE LA WHEY NATIVE PAR RAPPORT À UNE WHEY 'NON NATIVE'.

LE CAS DE LA CLEAR WHEY

DEPUIS QUELQUES ANNÉES, UNE NOUVELLE FORME DE PROTÉINES DE LACTOSÉRUM EN POUDRE, APPELÉE 'CLEAR WHEY', COMMENCE À ÉMERGER.

IL S'AGIT D'UNE POUDRE DE LACTOSÉRUM PARTIELLEMENT HYDROLYSÉE (HYDROLYSAT/ISOLAT) QUI SE DISTINGUE PAR SA TEXTURE EXTRÊMEMENT SOLUBLE ET LÉGÈRE PAR RAPPORT AUX AUTRES TYPES DE PROTÉINES DE LACTOSÉRUM EN POUDRE.

CETTE FORME A ÉTÉ DÉVELOPPÉE POUR RÉPONDRE À UNE PROBLÉMATIQUE DE CONSOMMATEURS QUI RENCONTRAIENT DES DIFFICULTÉS AVEC LA TEXTURE ÉPAISSE DES PROTÉINES EN POUDRE TRADITIONNELLES.

LES PROCESSUS DE FABRICATION DE LA CLEAR WHEY SONT SIMILAIRES À CEUX D'UNE WHEY CLASSIQUE, MAIS ILS SONT LÉGÈREMENT PLUS POUSSÉS AFIN DE RENDRE LA POUDRE PLUS MISCIBLE.

CEPENDANT, LE PROCESSUS EXACT PERMETTANT D'OBTENIR UNE TELLE MISCIBILITÉ N'EST PAS ENCORE PRÉCISÉMENT CONNU.

B) VALEUR BIOLOGIQUE, AVANTAGE ET INCONVÉNIENT

AVANTAGES	INCONVÉNIENTS
• Richesse nutritionnelle : Le lactosérum constitue une source abondante en minéraux tels que le calcium, le sodium et le phosphore, ainsi qu'en vitamines hydrosolubles telles que la B1, la B2 et la B6, offrant ainsi un profil nutritionnel complet (Varghese, Kolpe et Amarinder, 2013). • Haute valeur biologique : Les protéines du lactosérum affichent une valeur biologique supérieure à celle d'autres sources protéiques telles que l'œuf ou le soja, en raison de leur teneur élevée en acides aminés essentiels, notamment la leucine, l'isoleucine et la valine (Pescuma et al, 2010). • Effets sur la glycémie et la satiété : Il est suggéré que les protéines de lactosérum pourraient contribuer à abaisser la glycémie et à réduire la sensation de faim, ce qui pourrait jouer un rôle dans la régulation de la prise alimentaire et le contrôle du poids (Akhavan et al, 2014; Zafar, Alraefaei et Alrashidi, 2013). • Importance des BCAA : Les acides aminés ramifiés (BCAA) présents dans le lactosérum, notamment la leucine, l'isoleucine et la valine, revêtent une importance cruciale en nutrition sportive. Ils favorisent la synthèse des protéines musculaires, contribuent à la croissance musculaire et au maintien de l'équilibre entre la synthèse et la dégradation des protéines, et participent à la fonction énergétique et à l'absorption du glucose. Ils représentent ainsi au moins un tiers des acides aminés indispensables à la composition des protéines musculaires (Garlick, Grant, 1988).	• Intolérance au lactose : Pour certaines personnes, la teneur en lactose du lactosérum peut poser problème et entraîner des symptômes d'intolérance au lactose. • Réactions allergiques : Bien que rares, des réactions allergiques au lactosérum peuvent survenir chez certaines personnes sensibles aux protéines du lait. • Incompatibilité alimentaire : Les produits dérivés du lactosérum peuvent ne pas convenir à certains régimes alimentaires spécifiques, tels que les régimes végétaliens ou ceux excluant les produits laitiers.

2 - LA CASÉINE

A) DÉFINITION ET PROCÉDÉS DE FABRICATION

1) PROCÉDÉS DE FABRICATION



LES CASÉINES, CONSTITUANT 80% DES PROTÉINES DU LAIT DE VACHE, SE PRÉSENTENT SOUS FORME MICELLAIRE, AVEC TROIS PRINCIPAUX TYPES : LA CASÉINE A (ALPHA), LA CASÉINE B (BETA) ET LA CASÉINE K (KAPPA) (ALAIS ET AL., 2003).

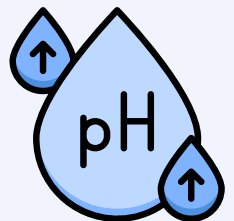
LES DÉRIVÉS DE CASÉINE SONT PRINCIPALEMENT FABRIQUÉS À PARTIR DU LAIT ÉCRÉMÉ PAR PRÉCIPITATION, SUIVIE D'UN DRAINAGE ET D'UN LAVAGE DU CAILLÉ.

LA PRÉCIPITATION ENTRAÎNE UNE DÉSTABILISATION DE L'ARRANGEMENT MICELLAIRE ET UNE AGRÉGATION SÉLECTIVE DES CASÉINES.

ÉTAPE 1 : L'ACIDIFICATION

CETTE TECHNIQUE SE BASE SUR LE FAIT QUE LES CASÉINES SE PRÉCIPITENT À UN PH DE 4,6, ALORS QUE LES PROTÉINES SÉRIQUES RESTENT STABLES À CE MÊME PH.

LA PRÉCIPITATION ACIDE (CASÉINE ACIDE) PEUT ÊTRE OBTENUE DE DEUX MANIÈRES :



- 1 - Ajout d'un acide minéral fort (acide chlorhydrique ou sulfurique).
- 2 - Ajout de cultures mixtes acidifiantes (Streptococcus lactis et/ou cremoris) qui transforment le lactose en acide lactique, acidifiant ainsi le milieu et abaissant le pH (Muller, 1982).
- 3 - Par coagulation enzymatique du lait écrémé par la pepsine, la chymosine ou encore la présure de beau, qui vont scinder la caséine k et ainsi déstabiliser l'édifice micellaire, provoquant sa précipitation (Morr, 1981).
- 4 - Par utilisation de résines d'échange cationique ou encore par électrodialyse.
- 5 - Par injection sous pression de gaz carbonique, la production d'acide carbonique permet l'abaissement du pH.

ÉTAPE 2: LA SÉPARATION DU SÉRUM PAR TAMISAGE OU DÉCANTATION CENTRIFUGE

LA PRÉCIPITATION EST ENSUITE SUIVIE PAR L'ÉGOUTTAGE POUR ÉVACUER LE LACTOSÉRUM.



ÉTAPE 3 : LAVAGE



LE CAILLÉ AINSI OBTENU EST LAVÉ POUR ÉLIMINER LE LACTOSE, LES PROTÉINES SÉRIQUES RÉSIDUELLES, LES MINÉRAUX ET ÉVENTUELLEMENT L'ACIDE UTILISÉ POUR LA PRÉCIPITATION.



ÉTAPE 4 : LE SÉCHAGE



APRÈS AVOIR ÉTÉ PRESSÉ ET BROYÉ, LE PRODUIT EST SÉCHÉ SUR LIT FLUIDISÉ SUR CYLINDRE, PAR CHAUFFAGE À ATTRITION, SUR SÉCHEUR VIBRATOIRE OU PAR ATOMISATION (BRITTEN ET AL., 2002).

LA CASÉINE ACIDE EST INSOLUBLE.

POUR PALLIER CE PROBLÈME, ELLE EST SOUVENT TRANSFORMÉE EN CASÉINATE AVANT SÉCHAGE PAR NEUTRALISATION À L'AIDE D'UNE BASE (NAOH, KOH, Ca(OH)_2 ...).

90%

**IL S'AGIT DE LA TENEUR GÉNÉRALE EN PROTÉINES DES
POUDRES.**

LES POUDRES DE CASÉINES MICELLAIRES PRÉSERVENT L'ARRANGEMENT MICELLAIRE VIA DES PROCÉDÉS À MEMBRANE, TANDIS QU'IL EST DÉTRUIT DANS D'AUTRES POUDRES DE CASÉINES PAR PRÉCIPITATION ACIDE OU ENZYMATIQUE.

DE PLUS, LEUR COMPOSITION IONIQUE EST TRÈS DIFFÉRENTE DES AUTRES CASÉINES.

LES CASÉINES MICELLAIRES CONTIENNENT ENVIRON 85 % DE PROTÉINES ET SONT DÉPOURVUES DE LACTOSE.

2) LES DIFFÉRENTES FORMES DE CASÉINES:

LA CASÉINATE DE CALCIUM/SODIUM /MAGNÉSIUM	LA CASÉINE MICELLAIRE (OU PROTÉINE TOTALE DU LAIT)	L'HYDROLYSATS DE CASÉINE
C'est la forme la moins coûteuse en raison de son processus d'extraction. En raison de ce dernier, les acides aminés sont moins bien assimilés. C'est d'ailleurs pour cette raison qu'on ne la retrouve quasiment plus sur le marché.	Sous cette forme, les acides aminés sont beaucoup plus faciles à assimiler et la durée d'action est prolongée. C'est la forme la plus couramment retrouvée sur le marché.	Comme pour la whey, c'est la forme la plus coûteuse. Il s'agit ici de caséine prédigérée grâce à des enzymes. L'absorption est donc forcément plus rapide et facilitée, mais le goût est relativement mauvais.

B) VALEUR BIOLOGIQUE, AVANTAGE ET INCONVÉNIENT

(DANGIN M., ET AL 2003)(BOIRIE Y., ET AL 1997)

LES CASÉINES PRÉSENTENT UNE VALEUR NUTRITIONNELLE ÉLEVÉE AVEC DES APPORTS NOTABLES EN ACIDES AMINÉS, TELS QUE L'ACIDE GLUTAMIQUE ET LA TYROSINE, MAIS SONT MOINS RICHES EN ARGININE ET CYSTÉINE.

ELLE EST CLASSÉE PARMI LES PROTÉINES LENTES ET SON ASSIMILATION SE FAIT PENDANT PLUSIEURS HEURES.

ELLE A LA FACULTÉ DE COAGULER, AINSI, LORS DE LA DIGESTION, CE PROCESSUS VA RALENTIR L'ABSORPTION DES PROTÉINES (DANGIN M., ET AL 2003).

DU FAIT DE CETTE DIFFÉRENCE D'ASSIMILATION, LE NIVEAU PLASMATIQUE EN ACIDES AMINÉS APRÈS LA PRISE DE PROTÉINES DE LACTOSÉRUM EST BEAUCOUP PLUS ÉLEVÉ.

L'ANABOLISME PROTÉIQUE EST STIMULÉ TANDIS QUE LA CASÉINE, DU FAIT DE SA DIGESTION PLUS LENTE, NE PRODUIT QU'UN EFFET MODESTE SUR L'ANABOLISME.

EN REVANCHE, ELLE VA PERMETTRE DE FREINER LA DÉGRADATION DES PROTÉINES ET S'OPPOSER AINSI AUX PROCESSUS CATABOLIQUES PHYSIOLOGIQUES DE L'ORGANISME (BOIRIE Y., ET AL 1997).

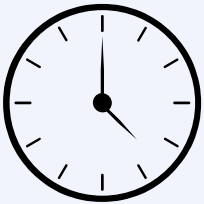
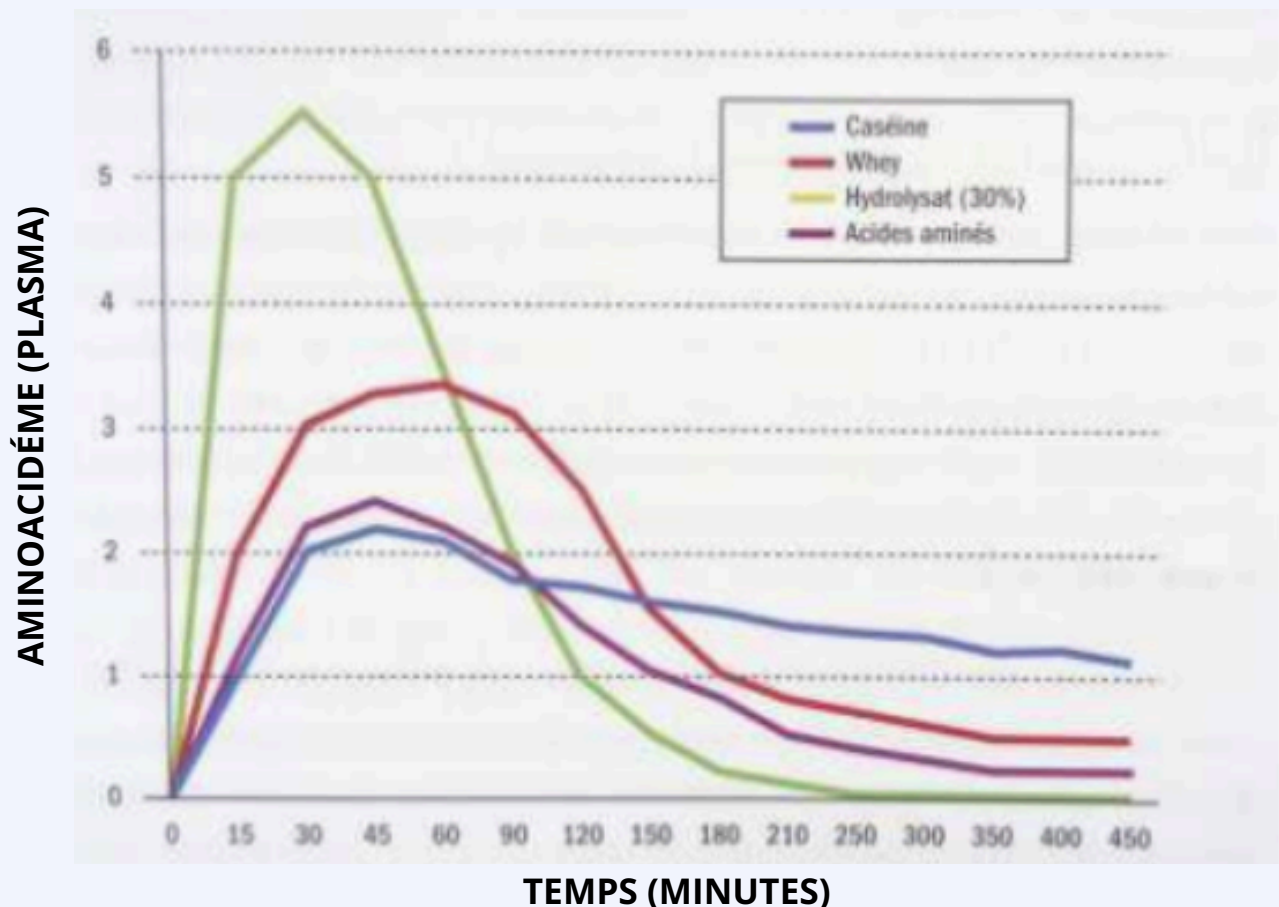


FIGURE : VITESSES D'ASSIMILATION DES PROTÉINES DE LAIT ET DES ACIDES AMINÉS (VENESSION J, 2011).



C'EST D'AILLEURS POUR CETTE RAISON QUE LA PROTÉINE DE LACTOSÉRUM EST SOUVENT CONSEILLÉE EN PRISE JOURNALIÈRE, ALORS QUE LA CASÉINE SE PREND PLUTÔT LE SOIR AU COUCHER POUR FREINER LE CATABOLISME NOCTURNE (VOIR FIGURE CI-DESSOUS).

NÉANMOINS, CETTE VITESSE DE DIGESTION DES PROTÉINES PEUT ÊTRE MODULÉE NOTAMMENT PAR LA GESTION DE LA VIDANGE GASTRIQUE, EN AJOUTANT PAR EXEMPLE DES FIBRES OU DES LIPIDES QUI RALENTISSENT CETTE VIDANGE GASTRIQUE.

AVANTAGES	INCONVÉNIENTS
Permet de ralentir le catabolisme nocturne, par exemple, ou lors d'une longue période sans manger.	Mais c'est un inconvénient quand on cherche à favoriser l'anabolisme post entraînement par exemple.



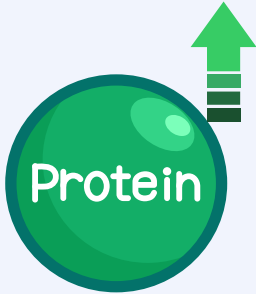
(SCOOP M.; ET AL 2012).

IL SEMBLERAIT QUE LE MEILLEUR COMBO SERAIT UN MÉLANGE ENTRE DE LA CASÉINE MICELLAIRE, CASÉINATE ET DE LA PROTÉINE DE LACTOSÉRUM.

LE FAIT DE COMBINER LES DIFFÉRENTES FORMES SERAIT FAVORABLE À L'ANABOLISME PRODUIT PAR LES PROTÉINES RAPIDES (LACTOSÉRUM) ET L'ACTION ANTI-CATABOLIQUE DE LA CASÉINE.

3 - LA PROTÉINE D'ŒUF

A) DÉFINITION ET PROCÉDÉS DE FABRICATION

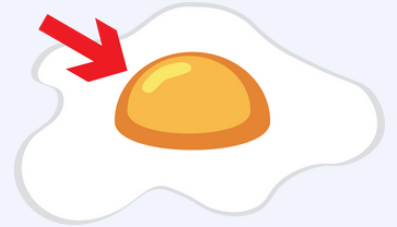


LA PROTÉINE D'ŒUF, PLUS ANCIENNE QUE LA WHEY PROTEIN, A ÉTÉ ÉCLIPSÉE PAR CETTE DERNIÈRE SUR LE MARCHÉ.

LONGTEMPS RÉPUTÉE COMME PROTÉINE DE RÉFÉRENCE CHEZ L'HOMME, ELLE SE DISTINGUE PAR SON TAUX ÉLEVÉ DE PROTÉINES, NOTAMMENT EN LYSINE ET ACIDES AMINÉS SOUFRÉS.

PRÉCISONS NÉANMOINS QUE DANS LA PROTÉINE D'ŒUF EN POUDRE, IL S'AGIT UNIQUEMENT DU BLANC D'ŒUF (ALBUMINE) QUI EST PRÉSENT.

ELLE NE CONTIENT NI GRAISSE ET BIEN SÛR NI LACTOSE.



Au niveau du procédé de fabrication, les protéines de blanc d'œuf sont quasiment fabriquées de la même manière que les autres types de protéines en poudre :

1

LES ŒUFS SONT BIEN ÉVIDEMMENT LAVÉS, CASSÉS PUIS CLARIFIÉS (SÉPARATION DU BLANC ET DU JAUNE).

2

LE PH DU BLANC D'ŒUF DOIT ÊTRE STABILISÉ À 7 AVANT L'ÉTAPE SUIVANTE.

3

UNE ULTRAFILTRATION PERMET DE SÉPARER LES RESTES DE JAUNE D'ŒUF POUR CONCENTRER LES PROTÉINES CONTENUES DANS LE BLANC D'ŒUF ET DE SUPPRIMER UN MAXIMUM D'EAU.

4

UNE FERMENTATION ENZYMATIQUE ET BACTÉRIENNE EST RÉALISÉE AFIN DE SUPPRIMER LE GLUCOSE PRÉSENT DANS LE BLANC D'ŒUF POUR ÉVITER UNE RÉACTION DE MAILLARD LORS DU SÉCHAGE.

5

UNE ÉTAPE DE SÉCHAGE À BASSE TEMPÉRATURE POUR PRÉSERVER AU MAXIMUM LES PROTÉINES PAR ATOMISATION.

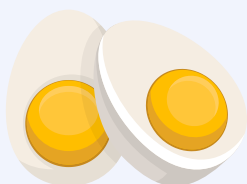
6

UNE ÉTAPE DE PASTEURISATION OBLIGATOIRE AFIN D'ÉLIMINER LES BACTÉRIES PATHOGÈNES PRÉSENTES DANS LE BLANC D'ŒUF.

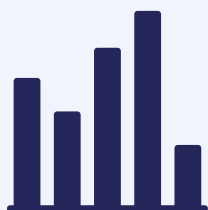


CONTRAIREMENT AUX PROTÉINES DE LACTOSÉRUM, IL N'EXISTE PAS AUTANT DE VARIANTES DE PROTÉINES D'ŒUF EN TERMES DE PURETÉ, DE CONCENTRATION EN PROTÉINES OU ENCORE DE DEGRÉ D'HYDROLYSATION.

B) VALEUR BIOLOGIQUE, AVANTAGE ET INCONVÉNIENT



L'ŒUF EST DE LOIN LA SOURCE DE PROTÉINES LA PLUS COMPLÈTE ET INTÉRESSANTE, AVEC UN DEGRÉ DE DIGESTIBILITÉ TRÈS ÉLEVÉ (98% IN VITRO ET 94% CHEZ LES RATS).



LE PDCAAS DE L'ŒUF ET DU LACTOSÉRUM SONT ÉGAUX (ILS ONT QUASIMENT LA MÊME VALEUR BIOLOGIQUE ET UN AMINOGRAMME COMPLET), MAIS LE DCAAS DE L'ŒUF EST LÉGÈREMENT PLUS ÉLEVÉ QUE CELUI DU LACTOSÉRUM, CE QUI LUI CONFÈRE UNE MEILLEURE DIGESTIBILITÉ DES ACIDES AMINÉS.

EN EFFET, LA PROTÉINE D'ŒUF SE DIGÈRE ET S'ASSIMILE TRÈS FACILEMENT (NAU F., ET AL. 2010). LA PROTÉINE D'ŒUF CONTIENT L'ENSEMBLE DES ACIDES AMINÉS ESSENTIELS DONT LE CORPS A BESOIN.

ELLE CONTIENT NOTAMMENT BEAUCOUP DE GLUTAMINE, DE LEUCINE, D'ISOLEUCINE ET DE VALINE (COMME LE LACTOSÉRUM). ELLE EST RICHE EN ACIDES AMINÉS SOUFRÉS ET EN PHÉNYLALANINE.

AVANTAGES

L'un de ses avantages par rapport aux protéines de lactosérum et des caséines, c'est qu'elle ne contient pas de lactose puisque ce n'est pas une protéine issue du lait.

Elle est donc fortement recommandée chez les personnes intolérantes au lactose souhaitant consommer des protéines en poudre.

Une solution serait d'utiliser cette poudre de protéines de blanc d'œuf dans une préparation qui serait cuite par la suite (pancakes, gâteaux, bowlcakes...).

INCONVÉNIENTS

Son inconvénient est son prix. En effet, d'après les différents sites de vente de compléments alimentaires sportifs, la protéine d'œuf serait en moyenne entre 20 % et 30 % plus chère que la protéine de lactosérum en poudre.

Le second inconvénient est parfois le goût qui est fort et parfois dérangeant pour les personnes qui n'aiment pas l'œuf à la base.

Enfin, bien que le blanc d'œuf cuit soit extrêmement bien digéré, le blanc d'œuf cru ne l'est pas toujours.

Ainsi, certaines personnes ne digéreront pas la poudre de blanc d'œuf qui est issue d'un blanc d'œuf liquide cru.

4 - PROTÉINES VÉGÉTALES

A) DÉFINITION ET PROCÉDÉS DE FABRICATION



POUR LES PERSONNES NE SOUHAITANT PAS CONSOMMER DE PROTÉINES D'ORIGINE ANIMALE, LES MARQUES ONT DÉVELOPPÉ DES POUDRES DE PROTÉINES VÉGÉTALES.

LES SOURCES DE PROTÉINES SONT VARIÉES : SOJA, POIS, RIZ, CRANBERRY, SPIRULINE...

LA FABRICATION DE LA PROTÉINE VÉGÉTALE EN POUDRE DÉPEND DE LA SOURCE DE PROTÉINE VÉGÉTALE UTILISÉE (OLÉAGINEUX, PROTÉAGINEUX, CÉRÉALES, GRAINES).

PEU IMPORTE LA SOURCE, LA PARTIE DE LA PLANTE UTILISÉE POUR L'EXTRACTION DE PROTÉINE SERA RÉCOLTÉE, SÉCHÉE PUIS BROYÉE POUR EN FAIRE UNE FARINE.

ÉTAPE 1 : L'EXTRACTION

Les techniques d'extraction varient en fonction de la source de protéine végétale utilisée :

EXTRACTION PAR SOLVANTS (HEXANE)	LA PRESSION À FROID
Dans ce procédé, la matière première est concassée et réduite en particules fines. Ce sont ces particules qui sont exposées au solvant (il a une forte affinité pour les graisses et les protéines). Le mélange solvant + protéines est ensuite évaporé pour enlever le solvant. Enfin, le mélange protéine + solvant résiduel est soumis à une pression élevée pour les séparer des autres constituants.	L'un des inconvénients généraux des protéines végétales en poudre est donc la présence de solvant, ce qui présente un risque pour la santé si les normes et réglementations en vigueur ne sont pas respectées.

ÉTAPE 2 : LA PURIFICATION

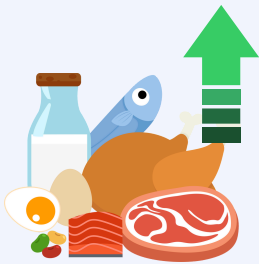
LES PROTÉINES RÉCUPÉRÉES SONT ENSUITE PURIFIÉES PAR DES TECHNIQUES DE CENTRIFUGATION, FILTRATION ET DÉCANTATION AFIN D'ÉLIMINER LES TRACES D'IMPURETÉS RESTANTES.

ÉTAPE 3 : LE SÉCHAGE

CETTE ÉTAPE SE RÉALISE NON PAS PAR ATOMISATION, MAIS PAR ÉVAPORATION À BASSE PRESSION, LYOPHILISATION OU MICROFILTRATION SUR MEMBRANE.

CELA PERMET D'ÉLIMINER L'EAU RESTANTE ET D'OBTENIR UNE POUDRE.

B) LES DIFFÉRENTES SOURCES



PAR RAPPORT AUX PROTÉINES ANIMALES, LES PROTÉINES VÉGÉTALES ONT DES NIVEAUX PLUS FAIBLES DE LEUCINE, MÉTHIONINE, LYSINE ET TRYPTOPHANE (YOUNG ET AL., 1975).

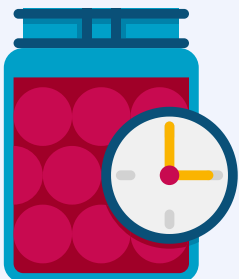
PDCAAS

CONCERNANT LE PDCAAS, LA PLUPART DES PROTÉINES VÉGÉTALES, À L'EXCEPTION DU SOJA, ONT GÉNÉRALEMENT UN SCORE INFÉRIEUR À CELUI DES PROTÉINES ANIMALES (SARWAR & MCDONOUGH, 1990).

DIAAS

CONCERNANT LE DIAAS, ON OBSERVE UN CONTRASTE ENCORE PLUS GRAND ENTRE LES PROTÉINES ANIMALES ET VÉGÉTALES (PHILLIPS, 2017 ; ERTL ET AL., 2016 ; NOSWORTHY ET AL., 2018) AVEC UNE FAIBLE OU MOYENNE QUALITÉ POUR LA PLUPART DES PROTÉINES VÉGÉTALES.

CECI S'EXPLIQUE PRINCIPALEMENT PAR LA PRÉSENCE D'ANTINUTRIMENTS ET DE LA STRUCTURE CELLULOSIQUE DES COMPOSÉS VÉGÉTAUX QUI EMPÊCHENT UN BON ACCÈS DES ENZYMES DIGESTIVES AUX PROTÉINES VÉGÉTALES.



CERTAINES MÉTHODES DE PRÉPARATION, COMME LA FERMENTATION, RÉDUISENT LES ANTINUTRIMENTS TELS QUE L'ACIDE PHYTIQUE ET AUGMENTENT LA QUALITÉ NUTRITIONNELLE DES ALIMENTS VÉGÉTAUX (REDDY & PIERSON, 1994).

MALHEUREUSEMENT, CERTAINES DE CES TECHNIQUES D'INHIBITION DES ANTINUTRIMENTS PEUVENT RÉDUIRE D'AVANTAGE LA DIGESTIBILITÉ ET LA QUALITÉ DES PRODUITS, COMME C'EST LE CAS POUR LES PRODUITS À BASE DE SOJA (RACKIS, 1974).

1) LES PROTÉINES DE SOJA



LA PROTÉINE DE SOJA EST LA PROTÉINE DE PRÉDILECTION POUR LES SPORTIFS VÉGÉTARIENS OU VÉGÉTALIENS. ELLE EST ÉGALEMENT PRISÉE DES PERSONNES INTOLÉRANTES AU LACTOSE.

LE SOJA RESTE L'ALIMENT LE PLUS RICHE EN PROTÉINES PARMI TOUTES LES SOURCES DE PROTÉINES VÉGÉTALES, AVEC UN APPORT DE 36 G DE PROTÉINES POUR 100 G. CE SONT LES GRAINES DE SOJA QUI SONT UTILISÉES DANS LA PRODUCTION DE POUDRES À BASE DE PROTÉINES DE SOJA.

LA CAPACITÉ ANABOLISANTE DE CES PROTÉINES EST MOINS ÉLEVÉE QUE CELLE DES PROTÉINES ISSUES DU LAIT, PAR EXEMPLE (PHILLIPS SM, HARTMAN JW, WILKINSON SB, 2005)

NÉANMOINS, LES ISOFLAVONES DE SOJA CONFÈRENT À CES PRODUITS DES PROPRIÉTÉS ANTIOXYDANTES UTILES À L'ATTÉNUATION DU CATABOLISME MUSCULAIRE ET À LA RÉCUPÉRATION PHYSIQUE (BROWN EC ET AL., 2004).

PDCAAS



L'INDICE PDCAAS DU SOJA EST DE 1, CE QUI EST UNE TRÈS BONNE CHOSE ET S'EXPLIQUE PAR LE FAIT QUE LE SOJA EST LA SEULE SOURCE DE PROTÉINE VÉGÉTALE PRÉSENTANT UN AMINOGRAMME COMPLET (AVEC LE CHANVRE PAS LOIN DERRIÈRE).

DIAAS



EFFECTIVEMENT, LE DIAAS DU SOJA EST DE 91,5, CE QUI CORRESPOND À UNE BONNE QUALITÉ DE PROTÉINE, MAIS QUI NE RIVALISE PAS AVEC LES PROTÉINES ANIMALES.

Celle-ci présente également d'autres inconvénients, comme par exemple :

1

ON RETROUVE UN FACTEUR ANTINUTRITIONNEL DANS LES PROTÉINES DE SOJA QUI SONT LES INHIBITEURS DE LA TRYPSINE (BIRK, 1985).

2

CES COMPOSÉS INHIBENT LA TRYPSINE ET LA PEPSINE (ET D'AUTRES PROTÉASES DANS L'INTESTIN) QUI SONT DES ENZYMES TRÈS IMPORTANTES POUR LA DIGESTION ET L'ABSORPTION DES PROTÉINES ET DES ACIDES AMINÉS (FRIEDMAN & BRANDON, 2001).

3

LE PROBLÈME EST QUE LES PRINCIPAUX INHIBITEURS DE LA TRYPSINE DANS LES GRAINES DE SOJA SE TROUVENT ESSENTIELLEMENT AVEC LES PRINCIPALES PROTÉINES DE STOCKAGE. LORSQUE LES GRAINES DE SOJA SONT TRANSFORMÉES EN INGRÉDIENTS ALIMENTAIRES, IL Y A CONCENTRATION DE CES INHIBITEURS DANS LES FARINES OU AUTRES PRODUITS À BASE DE SOJA DÉGRAISSÉ (ANDERSON & WOLF, 1995).

4

ENFIN, LE SOJA CONTIENT DES PHYTOESTROGÈNES COMME LES ISOFLAVONES ET LES LIGNANES.

BIEN QU'ILS SOIENT DES COMPOSÉS INTÉRESSANTS, ILS ONT AUSSI FAIT L'OBJET D'UN AVIS DÉPOSÉ PAR L'AFSSA, L'ANSES ET L'EFSA QUI MET EN GARDE SUR L'EXPOSITION AUX PHYTOESTROGÈNES DES ENFANTS DE MOINS DE TROIS ANS, DES FEMMES AYANT DES ANTÉCÉDENTS PERSONNELS OU FAMILIAUX DE CANCER DU SEIN ET DES FEMMES MÉNOPAUSÉES AYANT DE L'HYPOTHYROÏDIE.

EN EFFET, LES PHYTOESTROGÈNES EXERCERAIENT DES EFFETS OESTROGÉNO-MIMÉTIQUES AVEC DES ACTIONS REPROTOXIQUES ET GOITROGÈNES QUI AGGRAVENT LE STATUT SANITAIRE DES PERSONNES DÉJÀ HYPOTHYROÏDIENNES.

IL A ÉTÉ ÉTABLI QUE LE PLACENTA NE CONSTITUAIT PAS UNE BARRIÈRE POUR PROTÉGER LE FŒTUS DE L'EXPOSITION AUX EFFETS OESTROGÉNIQUES DE CES DEUX ISOFLAVONES DU SOJA (AFSSA, 2005).

2) PROTÉINES DE RIZ BRUN



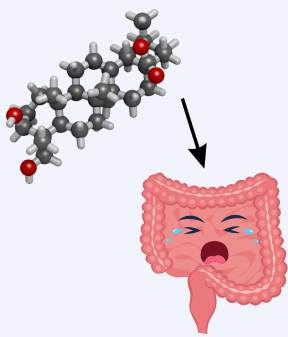
AVANTAGES	INCONVENIENTS
Dans le cas des protéines en poudre, le riz brun est germé avant sa transformation en poudre, ce qui diminue grandement la présence de ce facteur antinutritionnel (à hauteur de 60%).	On retrouve des lectines ainsi que de l'acide phytique dans les protéines de riz brun. Le problème est que l'acide phytique est un puissant inhibiteur du zinc et du fer (agoniste). Cependant, il est important d'apporter une nuance à ces propos. <u>VOIR RÉEL</u> Le zinc, le fer et même le calcium sont accrochés par l'acide phytique pour être éliminés par les voies urinaires principalement (Reddy, 2002). Le second problème est la présence de lectines qui sont un facteur antinutritionnel pouvant endommager certaines de nos muqueuses, notamment intestinales, favorisant ainsi une perméabilité et donc l'apparition de maladies ou d'autres déséquilibres physiologiques. Contrairement à l'acide phytique, la germination ne permet pas d'éliminer les lectines.

3) PROTÉINES DE POIS

LE PDCAAS DES ISOLATS DE PROTÉINES DE POIDS EST DE 0,53, CE QUI EST MOITIÉ MOINS QUALITATIF QUE LES AUTRES SOURCES DE PROTÉINES.

SON DIAAS EST SEULEMENT DE 82, CE QUI N'EN FAIT PAS UNE PROTÉINE DE FAIBLE QUALITÉ, MAIS CE N'EST TOUT DE MÊME PAS LA MEILLEURE SOURCE DE PROTÉINES VÉGÉTALES EN TERMES DE DIGESTIBILITÉ.

LA FAUTE PRINCIPALEMENT AUX FACTEURS ANTINUTRITIONNELS QUI NE SONT PAS PRIS EN COMPTE DANS LA VALEUR DU PDCAAS.



DE PLUS, ON RETROUVE DES FACTEURS ANTINUTRITIONNELS COMME LES SAPONINES DANS CE TYPE DE PROTÉINES.

LES PROCÉDÉS DE FABRICATION DES PROTÉINES EN POUDRE DE POIS NE PERMETTENT PAS DE DÉTRUIRE EN BONNE PARTIE CE FACTEUR ANTINUTRITIONNEL.

LES SAPONINES PERTURBENT LA BARRIÈRE INTESTINALE ET PEUVENT AUGMENTER LE RISQUE D'APPARITION D'UNE PERMÉABILITÉ INTESTINALE ET DONC DE MALADIES AUTO-IMMUNES PAR EXEMPLE, OU D'AUTRES PROBLÉMATIQUES DE SANTÉ.

4) PROTÉINE DE CHANVRE



LES PROTÉINES DES GRAINES DE CHANVRE SONT PRINCIPALEMENT CONTENUES DANS LA COUCHE INTERNE DE LA GRAINE (MATTILA ET AL., 2018).

EN RÉALITÉ, IL N'Y A QUASIMENT PAS DE PROTÉINES DANS LA COQUE DES GRAINES, ET L'ÉLIMINATION DE LA COQUE ET DE L'HUILE PERMET D'OBTENIR DES PRODUITS TRANSFORMÉS À BASE DE GRAINES DE CHANVRE AVEC LE PLUS HAUT TAUX DE PROTÉINES ET LA PLUS FAIBLE TENEUR EN MATIÈRE GRASSE, COMME LES ISOLATS DE PROTÉINES (HOUSE ET AL., 2010).



LA TENEUR EN PROTÉINES DES ISOLATS PEUT ÊTRE COMPRISE ENTRE 73 ET 87% ET EST REPRÉSENTÉE PAR DEUX PRINCIPALES PROTÉINES DE STOCKAGE : L'ALBUMINE ET L'ÉDESTINE.

CETTE DERNIÈRE REPRÉSENTE LA QUASI-TOTALITÉ DES PROTÉINES DES GRAINES DE CHANVRE (ENVIRON 80% DES PROTÉINES TOTALES).

L'ÉDESTINE EST UNE PROTÉINE GLOBULAIRE (KIM & LEE, 2011) QUI CONTIENT TOUS LES ACIDES AMINÉS ESSENTIELS (ALUKO, 2017 ; WANG ET AL., 2008) ET QUI EST FACILEMENT DIGÉRÉE.



UNE CHOSE INTÉRESSANTE À CONSTATER EST QUE BIEN QUE CERTAINS ACIDES AMINÉS SOIENT EN QUANTITÉ PLUS FAIBLE DANS LES PROTÉINES DE CHANVRE COMPARATIVEMENT AUX PROTÉINES DE SOJA (ACIDE ASPARTIQUE, GLUTAMINE ET LYSINE) ET À LA CASÉINE (TYROSINE, LEUCINE, MÉTHIONINE ET LYSINE).

LA PROPORTION D'ACIDES AMINÉS ESSENTIELS PAR RAPPORT AUX ACIDES AMINÉS TOTAUX DES PROTÉINES DE CHANVRE ÉTAIT PLUS ÉLEVÉE QUE CELLE DES PROTÉINES DE SOJA ET SIMILAIRE À CELLE DE LA CASÉINE (TANG ET AL., 2006).

PDCAAS →

AU NIVEAU DU PDCAAS, LES PROTÉINES DE CHANVRE ONT OBTENU UN SCORE COMPRIS ENTRE 0,48 ET 0,61 (SELON LE PRODUIT À BASE DE GRAINES DE CHANVRE ÉTUDIÉ), EN COMPARAISON AVEC LA VALEUR DE RÉFÉRENCE DE 1 REPRÉSENTÉE PAR LA CASÉINE.

LA VALEUR PDCAAS DES PROTÉINES DE CHANVRE SE SITUE AU MÊME NIVEAU QUE LES PRINCIPALES SOURCES DE PROTÉINES LÉGUMINEUSES ET AU-DESSUS DES CÉRÉALES.

CELA S'EXPLIQUE PAR LA LIMITATION DE LA TENEUR EN LYSINE ET EN TRYPTOPHANE (HOUSE ET AL., 2010).



DES RÉSULTATS SIMILAIRES AUX CALCULS DU SCORE PDCAAS ONT ÉTÉ OBTENUS, ET LES CHERCHEURS ONT CONSTATÉ QUE LA PRÉSENCE DE COQUE ET DE FIBRES INFLUENÇAÎT NÉGATIVEMENT LA DIGESTIBILITÉ DES PROTÉINES.

AINSI, IL EST FORT PROBABLE QUE LE PDCAAS D'UN ISOLAT DE PROTÉINES DE CHANVRE AVEC UNE TENEUR DE 86 % DE PROTÉINES, TOTALEMENT EXEMPT DE LA COQUE DES GRAINES, AIT UN SCORE PLUS ÉLEVÉ.

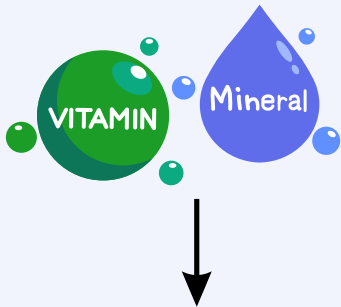
EN EFFET, LE RETRAIT DE LA FRACTION DE COQUE DES GRAINES DE CHANVRE POURRAIT AUGMENTER DE 85 À 94 % LA DIGESTIBILITÉ DES PROTÉINES (HOUSE ET AL., 2010).



ELLES POSSÈDENT PEU D'ANTINUTRIMENTS ET AUCUN PHYTOŒSTROGÈNE (HOUSE ET AL., 2010 ET MAMONE ET AL., 2019).

DE PLUS, ELLES NE CONTIENNENT PAS DE GLUTEN ET N'ONT FAIT L'OBJET D'AUCUN EFFET ALLERGIQUE.

SA CULTURE EST ÉCOLOGIQUE ET DURABLE, ET SON UTILISATION SOUS FORME DE PROTÉINES EN POUDRE PERMET LA VALORISATION D'UN SOUS-PRODUIT (TOURTEAU DE CHANVRE) (POTIN ET AL., 2019).



LES AUTRES COMPOSANTS DES ISOLATS DE PROTÉINES DE CHANVRE COMPRENNENT DES GLUCIDES (ENVIRON 12%), PRINCIPALEMENT REPRÉSENTÉS PAR :

- DES FIBRES INSOLUBLES (CALLAWAY, 2004)
- DES MINÉRAUX (ENVIRON 0,5%), TELS QUE LE PHOSPHORE, LE POTASSIUM, LE MAGNÉSIUM, LE CALCIUM, LE SODIUM, LE FER, LE MANGANÈSE, LE ZINC ET LE CUIVRE (MAMONE ET AL., 2019)
- DES VITAMINES TELLES QUE LA VITAMINE E, B1 ET B2 (CALLAWAY, 2004).

EN CE QUI CONCERNE LES MINÉRAUX ET AUTRES NUTRIMENTS CONTENUS DANS LES GRAINES DE CHANVRE, AUCUNE ÉTUDE N'A MONTRÉ QUE LA TRANSFORMATION DES GRAINES EN POUDRE DE PROTÉINES AFFECTAIT LES NIVEAUX DE CES NUTRIMENTS.

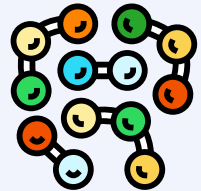
SEULE UNE RÉCENTE ÉTUDE (YAN ET AL., 2020) A CONCLU QUE LE PRÉTRAITEMENT THERMIQUE DES PROTÉINES DE GRAINES DE CHANVRE DIMINUAIT LA BIOACTIVITÉ DES PRODUITS DE DIGESTION.

A L'INVERSE, UNE AUTRE ÉTUDE A MONTRÉ QUE L'ENLÈVEMENT DE LA COQUE ENTRAÎNAIT UNE AUGMENTATION DE CERTAINS MINÉRAUX COMME LE PHOSPHORE, LE FER ET LE ZINC (OSEYKO ET AL., 2019).

CERTAINS PRODUITS À BASE DE PROTÉINES DE CHANVRE INDIQUENT DES VALEURS D'AJR (APPORTS JOURNALIERS RECOMMANDÉS) DE 50 À 80% SELON LES MINÉRAUX, MAIS CELA DÉPENDRAIT DONC DE LA TECHNIQUE D'EXTRACTION INITIALE MAIS ÉGALEMENT DES CONDITIONS ENVIRONNEMENTALES, DE LA COMPOSITION MINÉRALE DES SOLS ET DE L'UTILISATION D'ENGRAIS OU NON.



MALGRÉ CETTE LIMITATION EN LYSINE, L'ISOLAT DE PROTÉINES DE CHANVRE CONSTITUE L'UNE DES SOURCES DE PROTÉINES VÉGÉTALES LES PLUS COMPLÈTES AVEC UN BON PROFIL EN ACIDES AMINÉS ESSENTIELS ET UNE QUANTITÉ INTÉRESSANTE EN D'AUTRES ACIDES AMINÉS NON ESSENTIELS COMME L'ARGININE.



ENFIN, LES GRAINES DE CHANVRE CONTIENNENT ÉGALEMENT DES PEPTIDES BIOACTIFS, PRÉSENTS EN PARTICULIER DANS LES PRODUITS OBTENUS PAR HYDROLYSE DES PROTÉINES DE CHANVRE.



LES PREUVES FOURNIES JUSQU'À PRÉSENT ONT DÉMONTRÉ QUE C'EST LE PROCESSUS D'HYDROLYSE DES PROTÉINES QUI PERMETTRAIT DE LIBÉRER CES PEPTIDES, INITIALEMENT CRYPTÉS DANS LA STRUCTURE NATIVE DE LA PROTÉINE.

COMME POUR LES AUTRES TYPES DE PROTÉINES HYDROLYSÉES, CE PROCESSUS PERMET D'ÉVITER LA DÉGRADATION ENZYMATIQUE DANS LE TRACTUS GASTRO-INTESTINAL ET, PAR CONSÉQUENT, D'OPTIMISER L'ABSORPTION AU NIVEAU DE LA CIRCULATION SANGUINE.

CONCLUSION :

AINSI, LES PROTÉINES HYDROLYSÉES DE GRAINES DE CHANVRE PERMETTENT L'APPORT DE PEPTIDES AVEC UNE BIOACTIVITÉ PLUS ÉLEVÉE ET RAPIDEMENT DISPONIBLES POUR LES CELLULES (LOGARUSIC ET AL., 2019 ; RODRIGUEZ-MARTIN ET AL., 2019).

CES PEPTIDES AURAIENT DES ACTIVITÉS ANTIOXYDANTES, ANTIHYPERTENSIVES, ANTIPROLIFÉRATIVES, ANTI-INFLAMMATOIRES, NEUROPROTECTRICES ET HYPOCHOLESTÉROLÉMIQUES.

(GIRGIH ET AL., 2014 ; MALOMO ET AL., 2015 ; ZANONI ET AL., 2017 ; AIELLO ET AL., 2016).

5 - LES PROTÉINES DE BŒUF EN POUDRE



COMPRIS, NOUS PASSERONS DONC À UN AUTRE SUJET SANS NOUS ATTARDER SUR LES PROCÉDÉS DE FABRICATION, LES INCONVÉNIENTS OU AVANTAGES DE CE TYPE DE PROTÉINES EN POUDRE, CAR HONNÊTEMENT, IL S'AGIT LÀ D'UN VRAI PRODUIT PUREMENT MARKETING SANS AUCUN INTÉRÊT SUPÉRIEUR PAR RAPPORT AUX AUTRES TYPES DE PROTÉINES EN POUDRE.



EN EFFET, LA PLUPART DES PERSONNES ATTIRÉES PAR CE TYPE DE PRODUIT LE SONT EN RAISON DE L'INDICATION SELON LAQUELLE IL S'AGIT D'UN CONCENTRÉ DE PROTÉINES DE LA VIANDE DE BŒUF.

ON IMAGINE DONC TRÈS BIEN UN BŒUF, UN ANIMAL TRÈS MUSCLÉ AVEC DE GROS MUSCLES ET SURTOUT UNE VIANDE TRÈS RICHE EN FER ET EN CRÉATINE.



OR, LÀ OÙ SE BASE TOUT LE MARKETING, VOIRE LA TROMPERIE DE CE TYPE DE PROTÉINE, EST QU'IL NE S'AGIT AUCUNEMENT DE PROTÉINES ISSUES DU CŒUR DE LA VIANDE DE BŒUF, DU CŒUR DU MUSCLE STRIÉ BIEN MAIGRE ET BIEN RICHE EN PROTÉINES.

C'EST CE QUE LES INDUSTRIELS AIMENT VOUS FAIRE CROIRE, ALORS QU'EN RÉALITÉ, LES PROTÉINES EN POUDRE DE BŒUF PROVIENNENT DES DÉCHETS, DES CHUTES DE LA VIANDE DE BŒUF DE BOUCHERIE.

EN EFFET, EN BOUCHERIE, PLUSIEURS PARTIES DU BŒUF SONT UTILISÉES POUR DIVERS COMMERCE :

- Le muscle maigre (les muscles striés) est utilisé pour les pièces de viande nobles.
- Les parties plus grasses ou plus tendineuses, voire certains déchets, sont utilisées dans les restaurants rapides ou dans certains produits « à base de bœuf » bon marché.
- Les déchets restants (les muscles lisses) incluant les viscères telles que les tripes, les abats, etc., sont utilisés pour fabriquer les protéines de bœuf en poudre.



AINSI, LES PROTÉINES QUE VOUS TROUVEZ DANS LES POUDRES DE PROTÉINES DE BŒUF EN POT SONT DE MAUVAISE QUALITÉ ANABOLIQUE.

VOUS NE TROUVEREZ JAMAIS LA MENTION « PROTÉINES DE BŒUF ISSUES À 100% DES MUSCLES STRIÉS ».

POUR COMPENSER CETTE LACUNE EN PROTÉINES DE QUALITÉ, LES INDUSTRIELS ONT L'HABITUDE D'AJOUTER CE QUI MANQUE, PUISQU'ILS N'UTILISENT PAS UNE BONNE SOURCE DE VIANDE : LA CRÉATINE, DES ACIDES AMINÉS ESSENTIELS ET DES MINÉRAUX COMME LE FER.

EN RÉSUMÉ, LA PROTÉINE DE BŒUF EN TANT QUE TELLE EST TRÈS INTÉRESSANTE, MAIS LES PROTÉINES EN POUDRE DE BŒUF NE SONT CLAIREMENT PAS UN BON PRODUIT, NI SUR LE PLAN NUTRITIONNEL, NI SUR LE PLAN BUDGÉTAIRE, ET ENCORE MOINS SUR LE PLAN ÉCOLOGIQUE.

Lexique

Polypeptide* : Un polypeptide est composé de plusieurs peptides. Un peptide est composé de plusieurs acides aminés.

Polymère* : Un polymère est une molécule constituée d'une chaîne de molécules semblables et répétitives, appelées monomères. Les matériaux ont des propriétés uniques, en fonction du type de molécules liées et de la manière dont elles sont liées.

Liaison Peptidique* : C'est un type spécial de liaison amide formée entre deux molécules où un groupe α -carboxyle d'une molécule réagit avec le groupe α -aminé d'une autre molécule libérant une molécule d'eau. La liaison peptidique est également appelée liaison isopeptide où la liaison amide se forme entre le groupe carboxyle d'un acide aminé et le groupe aminé d'un autre acide aminé à d'autres positions que l'alpha.

Archées Méthanogènes* : Les méthanogènes, sont des micro-organismes qui produisent du méthane comme sous-produit métabolique de la vie en conditions anoxiques, par méthanogenèse. Le méthane est le produit final de leur respiration anaérobie. Un excédent de méthanogènes peut causer des problématiques digestives et causer ce que l'on appelle un IMO (voir ebook digestion)

Eucaryotes* : Les eucaryotes (Eukaryota) constituent un domaine englobant toutes les entités vivantes, unicellulaires ou multicellulaires, définies par la présence d'un noyau et, en général, d'organites spécialisés pour la respiration, spécifiquement les mitochondries chez les êtres aérobies et aussi les hydrogénosomes chez certains anaérobies. Ce domaine est généralement distingué des deux autres domaines, à savoir les bactéries et les archées (bien que le groupe des eucaryotes s'insère en réalité parmi ces dernières).

Les eucaryotes comprennent trois règnes majeurs de la vie sur Terre : les animaux, les champignons, les plantes, ainsi que d'autres groupes (tels que les algues brunes, par exemple).

Enzyme Oxydoréductase* : Une oxydoréductase est une enzyme qui catalyse le transfert d'électrons d'un substrat à un autre, via une réaction d'oxydo-réduction. Les oxydoréductases regroupent les : oxydases, oxygénases, réductases, peroxydases, catalases, hydroxylases et déshydrogénases. De nombreuses oxydoréductases sont connues dans le corps vivant, et on dit qu'il en existe environ 560 types.

Lexique

Enzymes*: Une enzyme est une protéine qui catalyse les réactions biochimiques en agissant en quantité infime et sans être modifiée par la réaction. Les enzymes accélèrent les réactions en abaissant leur énergie d'activation. Leur activité varie en fonction de certains facteurs comme la température, le pH et leur concentration.

Catalyser / catalyseur*: Une catalyse est un processus chimique qui consiste en l'accélération cinétique d'une réaction chimique grâce à une substance appelée catalyseur, qui ne subit pas de transformation et qui agit très rapidement et à concentration très faible. Une substance qui inactive la catalyse est un inhibiteur.

Amide*: Un amide est une sorte de composé chimique présent dans les organismes vivants. C'est un peu comme une pièce de construction qui possède un groupe CO-NH₂. Ces pièces sont formées à partir d'une molécule appelée ammoniac, mais elles sont assez différentes. On peut imaginer que ces pièces sont créées en remplaçant une partie d'une autre molécule (un acide) par une sorte de "bloc" appelé amine. Ces amides sont généralement classés dans un groupe de composés qui se lient entre eux de manière très forte, mais il existe également des amides différents, qui impliquent des métaux. Ces derniers sont plutôt utilisés dans des contextes inorganiques.

Squelette Carboné*: On appelle chaîne carbonée ou squelette carboné l'enchaînement des atomes de carbone constituant une molécule organique.

Nucléotide*: Un nucléotide est comme un "bloc de construction" pour l'ADN et l'ARN, qui sont les "manuels d'instructions" de notre corps. Imaginez un train composé de nombreux wagons : chaque wagon serait comparable à un nucléotide, et l'ensemble du train serait semblable à l'ADN ou à l'ARN. Chaque nucléotide est constitué de trois parties : un sucre, un groupe phosphate (comme une étiquette) et une base (qui détermine la "lettre" du manuel, soit A, T, C, G pour l'ADN et A, U, C, G pour l'ARN). Quand on assemble tous ces wagons (nucléotides) dans un ordre spécifique, ils forment un message, tout comme les mots forment une phrase. Ce message donne les instructions pour faire fonctionner tout ce qui est à l'intérieur de notre corps.

Iléostomie*: Une iléostomie est une ouverture créée par voie chirurgicale au niveau de l'abdomen permettant l'évacuation des selles. Puisqu'une iléostomie n'a pas de sphincter (muscle), la personne n'a pas de contrôle sur l'évacuation de ses selles.

Lexique

hydrophobe*: Qui évite l'eau. (Les molécules hydrophobes typiques sont des chaînes organiques saturées ou aromatiques.)

hydrophile*: Qui a de l'affinité pour l'eau. (Les molécules hydrophiles sont souvent des systèmes ionisables.)

Chambre métabolique*: Une chambre métabolique est une installation utilisée en recherche physiologique et métabolique pour mesurer avec précision les taux métaboliques d'un organisme vivant.

Canule*: Une canule est un tube creux et flexible inséré dans le corps d'un patient pour différentes raisons, notamment pour administrer des liquides (comme une canule intraveineuse), pour maintenir des voies respiratoires ouvertes (comme une canule de trachéotomie) ou pour drainer des fluides corporels.

Pour accéder aux études :

Message de Anthony (FYTNESSBREAK)

Dans un premier temps, je tiens à vous remercier de votre confiance suite à l'achat de cet ebook. C'est un projet qui a demandé énormément de temps et de travail.

N'hésitez pas à me faire un retour en message privé via Instagram.

LE LIEN CI-DESSOUS VOUS PERMETTRA D'ACCÉDER À L'ENSEMBLE DES SOURCES QUI ONT ÉTÉ UTILISÉES POUR RÉALISER CE SUPPORT.

Nous vous demandons de ne pas le partager aux personnes qui n'ont pas acheté cet ebook :

- Par respect des personnes qui ont travaillé pour que ce projet puisse être à votre disposition,
- Par respect pour le temps, l'engagement et le sérieux que ce projet a demandé pour être disponible
- Par respect de ma volonté à vouloir offrir une connaissance juste, vraie et sans BULLSHIT à ceux qui souhaitent se former, en apprendre plus et qui en ont le besoin.

J'ai la naïveté de croire en la bonté et l'éthique humaine.

Comme le dit l'adage :

"Ne faites pas à autrui ce que vous ne voudriez pas qu'on vous fasse"

MERCI DE VOTRE COMPRÉHENSION



Accéder aux études

ÉTUDES SCIENTIFIQUES

- 1 - Lopez MJ, Mohiuddin SS. Biochemistry, Essential Amino Acids. [Updated 2023 Mar 13]. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2023 Jan-. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK557845/>
- 2 - Yongqing Hou and Guoyao Wu, "Nutritionally Essential Amino Acids," *Advances in Nutrition* 9, no. 6 (September 15, 2018): 849–51,
- 3- Jose Antonio et al., "The Effects of Consuming a High Protein Diet (4.4 g/kg/d) on Body Composition in Resistance-Trained Individuals," *Journal of the International Society of Sports Nutrition* 11 (May 12, 2014),
- 4 - George A. Bray et al., "Effect of Dietary Protein Content on Weight Gain, Energy Expenditure, and Body Composition During Overeating: A Randomized Controlled Trial," *Journal of the American Medical Association* 307 (January 4, 2012): 47–55,
- 5 - Gorissen SHM, Crombag JJR, Senden JMG, Waterval WAH, Bierau J, Verdijk LB, van Loon LJC. Protein content and amino acid composition of commercially available plant-based protein isolates. *Amino Acids*. 2018 Dec;50(12):1685-1695. doi: 10.1007/s00726-018-2640-5. Epub 2018 Aug 30. PMID: 30167963; PMCID: PMC6245118.
- 6 - Rennie MJ, Edwards RH, Halliday D, Matthews DE, Wolman SL, Millward DJ. Muscle protein synthesis measured by stable isotope techniques in man: the effects of feeding and fasting. *Clin Sci (Lond)*. 1982 Dec;63(6):519-23. doi: 10.1042/cs0630519. PMID: 6181926.
- 7 - Atherton PJ, Smith K, Etheridge T, Rankin D, Rennie MJ. Distinct anabolic signalling responses to amino acids in C2C12 skeletal muscle cells. *Amino Acids*. 2010 May;38(5):1533-9. doi: 10.1007/s00726-009-0377-x. Epub 2009 Nov 1. PMID: 19882215.
- 8 - Volpi E, Kobayashi H, Sheffield-Moore M, Mittendorfer B, Wolfe RR. Essential amino acids are primarily responsible for the amino acid stimulation of muscle protein anabolism in healthy elderly adults. *Am J Clin Nutr*. 2003 Aug;78(2):250-8. doi: 10.1093/ajcn/78.2.250. PMID: 12885705; PMCID: PMC3192452.
- 9 - Groen BB, Horstman AM, Hamer HM, de Haan M, van Kranenburg J, Bierau J, Poeze M, Wodzig WK, Rasmussen BB, van Loon LJ. Post-Prandial Protein Handling: You Are What You Just Ate. *PLoS One*. 2015 Nov 10;10(11):e0141582. doi: 10.1371/journal.pone.0141582. PMID: 26556791; PMCID: PMC4640549.
- 10 - Burd NA, Yang Y, Moore DR, Tang JE, Tarnopolsky MA, Phillips SM. Greater stimulation of myofibrillar protein synthesis with ingestion of whey protein isolate v. micellar casein at rest and after resistance exercise in elderly men. *Br J Nutr*. 2012 Sep 28;108(6):958-62. doi: 10.1017/S0007114511006271. Epub 2012 Jan 31. PMID: 22289570.

11 - Gorissen SH, Horstman AM, Franssen R, Crombag JJ, Langer H, Bierau J, Respondek F, van Loon LJ. Ingestion of Wheat Protein Increases In Vivo Muscle Protein Synthesis Rates in Healthy Older Men in a Randomized Trial. *J Nutr*. 2016 Sep;146(9):1651-9. doi: 10.3945/jn.116.231340. Epub 2016 Jul 20. PMID: 27440260.

12 - Pennings B, Boirie Y, Senden JM, Gijsen AP, Kuipers H, van Loon LJ. Whey protein stimulates postprandial muscle protein accretion more effectively than do casein and casein hydrolysate in older men. *Am J Clin Nutr*. 2011 May;93(5):997-1005. doi: 10.3945/ajcn.110.008102. Epub 2011 Mar 2. PMID: 21367943.

13 - Pennings B, Groen B, de Lange A, Gijsen AP, Zorenc AH, Senden JM, van Loon LJ. Amino acid absorption and subsequent muscle protein accretion following graded intakes of whey protein in elderly men. *Am J Physiol Endocrinol Metab*. 2012 Apr 15;302(8):E992-9. doi: 10.1152/ajpendo.00517.2011. Epub 2012 Feb 14. PMID: 22338070.

14 -Tang JE, Moore DR, Kujbida GW, Tarnopolsky MA, Phillips SM. Ingestion of whey hydrolysate, casein, or soy protein isolate: effects on mixed muscle protein synthesis at rest and following resistance exercise in young men. *J Appl Physiol* (1985). 2009 Sep;107(3):987-92. doi: 10.1152/japplphysiol.00076.2009. Epub 2009 Jul 9. PMID: 19589961.

15 - Witard OC, Jackman SR, Breen L, Smith K, Selby A, Tipton KD. Myofibrillar muscle protein synthesis rates subsequent to a meal in response to increasing doses of whey protein at rest and after resistance exercise. *Am J Clin Nutr*. 2014 Jan;99(1):86-95. doi: 10.3945/ajcn.112.055517. Epub 2013 Nov 20. PMID: 24257722.

16 - Yang Y, Breen L, Burd NA, Hector AJ, Churchward-Venne TA, Josse AR, Tarnopolsky MA, Phillips SM. Resistance exercise enhances myofibrillar protein synthesis with graded intakes of whey protein in older men. *Br J Nutr*. 2012 Nov 28;108(10):1780-8. doi: 10.1017/S0007114511007422. Epub 2012 Feb 7. PMID: 22313809.

17 - Yang Y, Churchward-Venne TA, Burd NA, Breen L, Tarnopolsky MA, Phillips SM. Myofibrillar protein synthesis following ingestion of soy protein isolate at rest and after resistance exercise in elderly men. *Nutr Metab (Lond)*. 2012 Jun 14;9(1):57. doi: 10.1186/1743-7075-9-57. PMID: 22698458; PMCID: PMC3478988.

18 - Beals JW, Sukiennik RA, Nallabelli J, Emmons RS, van Vliet S, Young JR, Ulanov AV, Li Z, Paluska SA, De Lisio M, Burd NA. Anabolic sensitivity of postprandial muscle protein synthesis to the ingestion of a protein-dense food is reduced in overweight and obese young adults. *Am J Clin Nutr*. 2016 Oct;104(4):1014-1022. doi: 10.3945/ajcn.116.130385. Epub 2016 Sep 7. PMID: 27604771.

- 19 - Burd NA, Gorissen SH, van Vliet S, Snijders T, van Loon LJ. Differences in postprandial protein handling after beef compared with milk ingestion during postexercise recovery: a randomized controlled trial. *Am J Clin Nutr*. 2015 Oct;102(4):828-36. doi: 10.3945/ajcn.114.103184. Epub 2015 Sep 9. PMID: 26354539.
- 20 - Pennings B, Groen BB, van Dijk JW, de Lange A, Kiskini A, Kuklinski M, Senden JM, van Loon LJ. Minced beef is more rapidly digested and absorbed than beef steak, resulting in greater postprandial protein retention in older men. *Am J Clin Nutr*. 2013 Jul;98(1):121-8. doi: 10.3945/ajcn.112.051201. Epub 2013 May 1. PMID: 23636241.
- 21 - Symons TB, Schutzler SE, Cocke TL, Chinkes DL, Wolfe RR, Paddon-Jones D. Aging does not impair the anabolic response to a protein-rich meal. *Am J Clin Nutr*. 2007;86(2):451-456. doi: 10.1093/ajcn/86.2.451.
- 22 - Symons TB, Sheffield-Moore M, Wolfe RR, Paddon-Jones D. A moderate serving of high-quality protein maximally stimulates skeletal muscle protein synthesis in young and elderly subjects. *J Am Diet Assoc*. 2009;109(9):1582-1586. doi: 10.1016/j.jada.2009.06.369.
- 23 - Symons TB, Sheffield-Moore M, Mamerow MM, Wolfe RR, Paddon-Jones D. The anabolic response to resistance exercise and a protein-rich meal is not diminished by age. *J Nutr Health Aging*. 2011;15(5):376-381. doi: 10.1007/s12603-010-0319-z.
- 24 - Phillips SM. Nutrient-rich meat proteins in offsetting age-related muscle loss. *Meat Sci*. 2012;92(3):174-178. doi: 10.1016/j.meatsci.2012.04.027.
- 25 - Robinson MJ, Burd NA, Breen L, Rerечich T, Yang Y, Hector AJ, Baker SK, Phillips SM. Dose-dependent responses of myofibrillar protein synthesis with beef ingestion are enhanced with resistance exercise in middle-aged men. *Appl Physiol Nutr Metab*. 2013;38(2):120-125. doi: 10.1139/apnm-2012-0092.
- 26 - Wilkinson SB, Tarnopolsky MA, Macdonald MJ, Macdonald JR, Armstrong D, Phillips SM. Consumption of fluid skim milk promotes greater muscle protein accretion after resistance exercise than does consumption of an isonitrogenous and isoenergetic soy-protein beverage. *Am J Clin Nutr*. 2007;85(4):1031-1040. doi: 10.1093/ajcn/85.4.1031.
- 27 - Joint WHO/FAO/UNU Expert Consultation. Protein and amino acid requirements in human nutrition. *World Health Organ Tech Rep Ser*. 2007;(935):1-265, back cover. PMID: 18330140.

- 28 - van Vliet S, Burd NA, van Loon LJ. The skeletal muscle anabolic response to plant- versus animal-based protein consumption. *J Nutr.* 2015;145(9):1981–1991. doi: 10.3945/jn.114.204305.
- 29 - van Vliet S, Burd NA, van Loon LJ. The skeletal muscle anabolic response to plant- versus animal-based protein consumption. *J Nutr.* 2015;145(9):1981–1991. doi: 10.3945/jn.114.204305.
- 30 -Young VR, Pellett PL. Plant proteins in relation to human protein and amino acid nutrition. *Am J Clin Nutr.* 1994;59(5 Suppl):1203S–1212S. doi: 10.1093/ajcn/59.5.1203S
- 31 -Fouillet H, Mariotti F, Gaudichon C, Bos C, Tome D. Peripheral and splanchnic metabolism of dietary nitrogen are differently affected by the protein source in humans as assessed by compartmental modeling. *J Nutr.* 2002;132(1):125–133. doi: 10.1093/jn/132.1.125
- 32 - Fouillet H, Juillet B, Gaudichon C, Mariotti F, Tome D, Bos C. Absorption kinetics are a key factor regulating postprandial protein metabolism in response to qualitative and quantitative variations in protein intake. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol.* 2009;297(6):R1691–R1705. doi: 10.1152/ajpregu.00281.2009
- 33 - Hartman JW, Tang JE, Wilkinson SB, Tarnopolsky MA, Lawrence RL, Fullerton AV, Phillips SM. Consumption of fat-free fluid milk after resistance exercise promotes greater lean mass accretion than does consumption of soy or carbohydrate in young, novice, male weightlifters. *Am J Clin Nutr.* 2007;86(2):373–381. doi: 10.1093/ajcn/86.2.373.
- 34 - Brown EC, DiSilvestro RA, Babaknia A, Devor ST. Soy versus whey protein bars: effects on exercise training impact on lean body mass and antioxidant status. *Nutr J.* 2004;3:22. doi: 10.1186/1475-2891-3-22.
- 35 - Volek JS, Volk BM, Gomez AL, Kunces LJ, Kupchak BR, Freidenreich DJ, Aristizabal JC, Saenz C, Dunn-Lewis C, Ballard KD, Quann EE, Kawiecki DL, Flanagan SD, Comstock BA, Fragala MS, Earp JE, Fernandez ML, Bruno RS, Ptolemy AS, Kellogg MD, Maresh CM, Kraemer WJ. Whey protein supplementation during resistance training augments lean body mass. *J Am Coll Nutr.* 2013;32(2):122–135. doi: 10.1080/07315724.2013.793580.
- 36 - Norton LE, Layman DK, Bunpo P, Anthony TG, Brana DV, Garlick PJ. The leucine content of a complete meal directs peak activation but not duration of skeletal muscle protein synthesis and mammalian target of rapamycin signaling in rats. *J Nutr.* 2009;139(6):1103–1109. doi: 10.3945/jn.108.103853.

- 37 - Norton LE, Wilson GJ, Layman DK, Moulton CJ, Garlick PJ. Leucine content of dietary proteins is a determinant of postprandial skeletal muscle protein synthesis in adult rats. *Nutr Metab (Lond)* 2012;9(1):67. doi: 10.1186/1743-7075-9-67.
- 38 - Joy JM, Lowery RP, Wilson JM, Purpura M, De Souza EO, Wilson SM, Kalman DS, Dudeck JE, Jager R. The effects of 8 weeks of whey or rice protein supplementation on body composition and exercise performance. *Nutr J*. 2013;12:86. doi: 10.1186/1475-2891-12-86.
- 39 - van Vliet S, Burd NA, van Loon LJ. The skeletal muscle anabolic response to plant- versus animal-based protein consumption. *J Nutr*. 2015;145(9):1981–1991. doi: 10.3945/jn.114.204305.
- 40 - Mitchell CJ, McGregor RA, D'Souza RF, Thorstensen EB, Markworth JF, Fanning AC, Poppitt SD, Cameron-Smith D. Consumption of Milk Protein or Whey Protein Results in a Similar Increase in Muscle Protein Synthesis in Middle Aged Men. *Nutrients*. 2015 Oct 21;7(10):8685-99. doi: 10.3390/nu7105420. PMID: 26506377; PMCID: PMC4632440.
- 41 - Gorissen SH, Horstman AM, Franssen R, Kouw IW, Wall BT, Burd NA, de Groot LC, van Loon LJ. Habituation to low or high protein intake does not modulate basal or postprandial muscle protein synthesis rates: a randomized trial. *Am J Clin Nutr*. 2017 Feb;105(2):332-342. doi: 10.3945/ajcn.115.129924. Epub 2016 Nov 30. PMID: 27903518.
- 42 - Waterval WA, Scheijen JL, Ortmans-Ploemen MM, Habets-van der Poel CD, Bierau J. Quantitative UPLC–MS/MS analysis of underivatized amino acids in body fluids is a reliable tool for the diagnosis and follow-up of patients with inborn errors of metabolism. *Clin Chim Acta*. 2009;407(1–2):36–42. doi: 10.1016/j.cca.2009.06.023.
- 43 - Jung S, Rickert DA, Deak NA, Aldin ED, Recknor J, Johnson LA, Murphy PA. Comparison of Kjeldahl and Dumas methods for determining protein contents of soybean products. *J Am Oil Chem Soc*. 2003;80(12):1169. doi: 10.1007/s11746-003-0837-3.
- 44 - Tipton KD, Ferrando AA, Phillips SM, Doyle D, Jr, Wolfe RR. Postexercise net protein synthesis in human muscle from orally administered amino acids. *Am J Physiol*. 1999;276(4 Pt 1):E628–E634.

- 45 - Tipton KD, Ferrando AA, Phillips SM, Doyle D, Jr, Wolfe RR. Postexercise net protein synthesis in human muscle from orally administered amino acids. *Am J Physiol*. 1999;276(4 Pt 1):E628–E634.
- 46 - Tipton KD, Gurkin BE, Matin S, Wolfe RR. Nonessential amino acids are not necessary to stimulate net muscle protein synthesis in healthy volunteers. *J Nutr Biochem*. 1999;10(2):89–95. doi: 10.1016/S0955-2863(98)00087-4.
- 47 - Cuthbertson D, Smith K, Babraj J, Leese G, Waddell T, Atherton P, Wackerhage H, Taylor PM, Rennie MJ. Anabolic signaling deficits underlie amino acid resistance of wasting, aging muscle. *FASEB J*. 2005;19(3):422–424. doi: 10.1096/fj.04-2640fje.
- 48 - Atherton PJ, Smith K, Etheridge T, Rankin D, Rennie MJ. Distinct anabolic signalling responses to amino acids in C2C12 skeletal muscle cells. *Amino Acids*. 2010;38(5):1533–1539. doi: 10.1007/s00726-009-0377-x.
- 49 - Laplante M, Sabatini DM. mTOR signaling in growth control and disease. *Cell*. 2012;149(2):274–293. doi: 10.1016/j.cell.2012.03.017.
- 50 Saxton RA, Knockenhauer KE, Wolfson RL, Chantranupong L, Pacold ME, Wang T, Schwartz TU, Sabatini DM. Structural basis for leucine sensing by the Sestrin2-mTORC1 pathway. *Science*. 2016;351(6268):53–58. doi: 10.1126/science.aad2087.
- 51 - Wolfson RL, Chantranupong L, Saxton RA, Shen K, Scaria SM, Cantor JR, Sabatini DM. Sestrin2 is a leucine sensor for the mTORC1 pathway. *Science*. 2016;351(6268):43–48. doi: 10.1126/science.aab2674.
- 52 - Reidy PT, Walker DK, Dickinson JM, Gundermann DM, Drummond MJ, Timmerman KL, Fry CS, Borack MS, Cope MB, Mukherjea R, Jennings K, Volpi E, Rasmussen BB. Protein blend ingestion following resistance exercise promotes human muscle protein synthesis. *J Nutr*. 2013;143(4):410–416. doi: 10.3945/jn.112.168021.
- 53 - Reidy PT, Walker DK, Dickinson JM, Gundermann DM, Drummond MJ, Timmerman KL, Cope MB, Mukherjea R, Jennings K, Volpi E, Rasmussen BB. Soy-dairy protein blend and whey protein ingestion after resistance exercise increases amino acid transport and transporter expression in human skeletal muscle. *J Appl Physiol*. 2014;116(11):1353–1364. doi: 10.1152/jappphysiol.01093.2013.
- 54 - Reidy PT, Borack MS, Markofski MM, Dickinson JM, Deer RR, Husaini SH, Walker DK, Igbinigie S, Robertson SM, Cope MB, Mukherjea R, Hall-Porter JM, Jennings K, Volpi E, Rasmussen BB. Protein supplementation has minimal effects on muscle adaptations during resistance exercise training in young men: a double-blind randomized clinical trial. *J Nutr*. 2016;146(9):1660–1669. doi: 10.3945/jn.116.231803.

- 55 - Borack MS, Reidy PT, Husaini SH, Markofski MM, Deer RR, Richison AB, Lambert BS, Cope MB, Mukherjea R, Jennings K, Volpi E, Rasmussen BB. Soy-dairy protein blend or whey protein isolate ingestion induces similar postexercise muscle mechanistic target of rapamycin complex 1 signaling and protein synthesis responses in older men. *J Nutr*. 2016;146(12):2468–2475. doi: 10.3945/jn.116.231159.
- 56 - Acevedo-Pacheco L, Serna-Saldívar SO. In vivo protein quality of selected cereal-based staple foods enriched with soybean proteins. *Food Nutr Res*. 2016 Oct 19;60:31382. doi: 10.3402/fnr.v60.31382. PMID: 27765143; PMCID: PMC5073300.
- 57 - Rutherfurd SM, Fanning AC, Miller BJ, Moughan PJ. Protein digestibility-corrected amino acid scores and digestible indispensable amino acid scores differentially describe protein quality in growing male rats. *J Nutr*. 2015 Feb;145(2):372-9. doi: 10.3945/jn.114.195438. Epub 2014 Nov 26. PMID: 25644361.
- 58 - Rutherfurd SM, Moughan PJ. The rat as a model animal for the growing pig in determining ileal amino acid digestibility in soya and milk proteins. *J Anim Physiol Anim Nutr (Berl)* 2003; 87:292-300.
- 59 - Oberli M, Marsset-Baglieri A, Airinei G, et al. High true ileal digestibility but not postprandial utilization of nitrogen from bovine meat protein in humans is moderately decreased by hightemperature, long-duration cooking. *J Nutr* 2015; 145:2221-8.
- 60 - Fuller M. Determination of protein and amino acid digestibility in foods including implications of gut microbial amino acid synthesis. *Br J Nutr* 2012; 108(Suppl.2):S238-46.
- 61 - González-Vega JC, Stein HH. Amino acid digestibility in canola, cottonseed, and sunflower products fed to finishing pigs. *J Anim Sci* 2012; 90:4391-400.
- 62 - Gaudichon C, Bos C, Morens C, et al. Ileal losses of nitrogen and amino acids in humans and their importance to the assessment of amino acid requirements. *Gastroenterology* 2002; 123:50-9.
- 63 - Food and Agricultural Organization of the United Nations (FAO). Research approaches and methods for evaluating the protein quality of human foods. Report of a FAO Expert Working Group, 2-5 March 2014, Bangalore, India. Rome, Italy: FAO; 2014. www.fao.org/3/a-i4325e.pdf

64 - Engelen MP, Com G, Anderson PJ, Deutz NE. New stable isotope method to measure protein digestibility and response to pancreatic enzyme intake in cystic fibrosis. Clin Nutr 2014; 33:1024-32.

65 - Devi S, Varkey A, Sheshshayee MS, et al. Measurement of protein digestibility in humans by a dual-tracer method. Am J Clin Nutr 2018; 107:984-91.

66 - Bos C, Juillet B, Fouillet H, et al. Postprandial metabolic utilization of wheat protein in humans. Am J Clin Nutr 2005; 81:87-94.

67 - Lacroix M, Bos C, Léonil J, et al. Compared with casein or total milk protein, digestion of milk soluble proteins is too rapid to sustain the anabolic postprandial amino acid requirement. Am J Clin Nutr 2006; 84:1070-9.

68 - Oberli M, Marsset-Baglieri A, Airinei G, et al. High true ileal digestibility but not postprandial utilization of nitrogen from bovine meat protein in humans is moderately decreased by hightemperature, long-duration cooking. J Nutr 2015; 145:2221-8.

69 - Hall KD, Sacks G, Chandramohan D, Chow CC, Wang YC, Gortmaker SL, Swinburn BA Quantification of the effect of energy imbalance on bodyweight. Lancet. (2011 Aug 27)

70 - Institute of Medicine 10 Protein and Amino Acids. Dietary Reference Intakes for Energy, Carbohydrate, Fiber, Fat, Fatty Acids, Cholesterol, Protein, and Amino Acids. (2005)

Lien : <https://nap.nationalacademies.org/read/10490/chapter/12>

71 - Young VR, Marchini JS Mechanisms and nutritional significance of metabolic responses to altered intakes of protein and amino acids, with reference to nutritional adaptation in humans. Am J Clin Nutr. (1990 Feb)

72 - Elango R, Ball RO, Pencharz PB Indicator amino acid oxidation: concept and application. J Nutr. (2008 Feb)

73 - Humayun MA, Elango R, Ball RO, Pencharz PB Reevaluation of the protein requirement in young men with the indicator amino acid oxidation technique. Am J Clin Nutr. (2007 Oct)

74 - Rafii M, Chapman K, Elango R, Campbell WW, Ball RO, Pencharz PB, Courtney-Martin G Dietary Protein Requirement of Men >65 Years Old Determined by the Indicator Amino Acid Oxidation Technique Is Higher than the Current Estimated Average Requirement. J Nutr. (2016 Mar 9)

75 - Rafii M, Chapman K, Owens J, Elango R, Campbell WW, Ball RO, Pencharz PB, Courtney-Martin G Dietary protein requirement of female adults >65 years determined by the indicator amino acid oxidation technique is higher than current recommendations. J Nutr. (2015 Jan)

- 76 - Tang M, McCabe GP, Elango R, Pencharz PB, Ball RO, Campbell WW Assessment of protein requirement in octogenarian women with use of the indicator amino acid oxidation technique. *Am J Clin Nutr.* (2014 Apr)
- 77 - Bray GA, Smith SR, de Jonge L, Xie H, Rood J, Martin CK, Most M, Brock C, Mancuso S, Redman LM Effect of dietary protein content on weight gain, energy expenditure, and body composition during overeating: a randomized controlled trial. *JAMA.* (2012 Jan 4)
- 78 - Thomas DT, Erdman KA, Burke LM. American College of Sports Medicine Joint Position Statement. Nutrition and Athletic Performance. *Med Sci Sports Exerc.* 2016 Mar;48(3):543-68. doi: 10.1249/MSS.0000000000000852. Erratum in: *Med Sci Sports Exerc.* 2017 Jan;49(1):222. PMID: 26891166.
- 79 - Jäger R, Kerksick CM, Campbell BI, Cribb PJ, Wells SD, Skwiat TM, Purpura M, Ziegenfuss TN, Ferrando AA, Arent SM, Smith-Ryan AE, Stout JR, Arciero PJ, Ormsbee MJ, Taylor LW, Wilborn CD, Kalman DS, Kreider RB, Willoughby DS, Hoffman JR, Krzykowski JL, Antonio J. International Society of Sports Nutrition Position Stand: protein and exercise. *J Int Soc Sports Nutr.* 2017 Jun 20;14:20. doi: 10.1186/s12970-017-0177-8. PMID: 28642676; PMCID: PMC5477153.
- 80 - Morton RW, Murphy KT, McKellar SR, Schoenfeld BJ, Henselmans M, Helms E, Aragon AA, Devries MC, Banfield L, Krieger JW, Phillips SM. A systematic review, meta-analysis and meta-regression of the effect of protein supplementation on resistance training-induced gains in muscle mass and strength in healthy adults. *Br J Sports Med.* 2018 Mar;52(6):376-384. doi: 10.1136/bjsports-2017-097608. Epub 2017 Jul 11. Erratum in: *Br J Sports Med.* 2020 Oct;54(19):e7. PMID: 28698222; PMCID: PMC5867436.
- 81 - Wooding DJ, Packer JE, Kato H, West DWD, Courtney-Martin G, Pencharz PB, Moore DR. Increased Protein Requirements in Female Athletes after Variable-Intensity Exercise. *Med Sci Sports Exerc.* 2017 Nov;49(11):2297-2304. doi: 10.1249/MSS.0000000000001366. PMID: 28692631.
- 82 - Malowany JM, West DWD, Williamson E, Volterman KA, Abou Sawan S, Mazzulla M, Moore DR. Protein to Maximize Whole-Body Anabolism in Resistance-trained Females after Exercise. *Med Sci Sports Exerc.* 2019 Apr;51(4):798-804. doi: 10.1249/MSS.0000000000001832. PMID: 30395050.
- 83 - Bandegan A, Courtney-Martin G, Rafii M, Pencharz PB, Lemon PWR. Indicator amino acid oxidation protein requirement estimate in endurance-trained men 24 h postexercise exceeds both the EAR and current athlete guidelines. *Am J Physiol Endocrinol Metab.* 2019 May 1;316(5):E741-E748. doi: 10.1152/ajpendo.00174.2018. Epub 2019 Feb 19. PMID: 30779631.
- 84 - Hudson JL, Wang Y, Bergia Iii RE, Campbell WW. Protein Intake Greater than the RDA Differentially Influences Whole-Body Lean Mass Responses to Purposeful Catabolic and Anabolic Stressors: A Systematic Review and Meta-analysis. *Adv Nutr.* 2020 May 1;11(3):548-558. doi: 10.1093/advances/nmz106. PMID: 31794597; PMCID: PMC7231581.

- 85 - Antonio J, Peacock CA, Ellerbroek A, Fromhoff B, Silver T. The effects of consuming a high protein diet (4.4 g/kg/d) on body composition in resistance-trained individuals. *J Int Soc Sports Nutr.* 2014 May 12;11:19. doi: 10.1186/1550-2783-11-19. PMID: 24834017; PMCID: PMC4022420.
- 86 - Antonio J, Ellerbroek A, Silver T, Orris S, Scheiner M, Gonzalez A, Peacock CA. A high protein diet (3.4 g/kg/d) combined with a heavy resistance training program improves body composition in healthy trained men and women--a follow-up investigation. *J Int Soc Sports Nutr.* 2015 Oct 20;12:39. doi: 10.1186/s12970-015-0100-0. PMID: 26500462; PMCID: PMC4617900.
- 87 - Antonio J, Ellerbroek A, Silver T, Vargas L, Peacock C. The effects of a high protein diet on indices of health and body composition--a crossover trial in resistance-trained men. *J Int Soc Sports Nutr.* 2016 Jan 16;13:3. doi: 10.1186/s12970-016-0114-2. PMID: 26778925; PMCID: PMC4715299.
- 88 - Spillane M, Willoughby DS. Daily Overfeeding from Protein and/or Carbohydrate Supplementation for Eight Weeks in Conjunction with Resistance Training Does not Improve Body Composition and Muscle Strength or Increase Markers Indicative of Muscle Protein Synthesis and Myogenesis in Resistance-Trained Males. *J Sports Sci Med.* 2016 Feb 23;15(1):17-25. PMID: 26957922; PMCID: PMC4763837.
- 89 - Leaf A, Antonio J. The Effects of Overfeeding on Body Composition: The Role of Macronutrient Composition - A Narrative Review. *Int J Exerc Sci.* 2017 Dec 1;10(8):1275-1296. PMID: 29399253; PMCID: PMC5786199.
- 90 - Hector AJ, Phillips SM. Protein Recommendations for Weight Loss in Elite Athletes: A Focus on Body Composition and Performance. *Int J Sport Nutr Exerc Metab.* 2018 Mar 1;28(2):170-177. doi: 10.1123/ijsnem.2017-0273. Epub 2018 Feb 19. PMID: 29182451.
- 91 - Witard OC, Garthe I, Phillips SM. Dietary Protein for Training Adaptation and Body Composition Manipulation in Track and Field Athletes. *Int J Sport Nutr Exerc Metab.* 2019 Mar 1;29(2):165-174. doi: 10.1123/ijsnem.2018-0267. Epub 2019 Feb 25. PMID: 30507259.
- 92 - Helms ER, Zinn C, Rowlands DS, Brown SR. A systematic review of dietary protein during caloric restriction in resistance trained lean athletes: a case for higher intakes. *Int J Sport Nutr Exerc Metab.* 2014 Apr;24(2):127-38. doi: 10.1123/ijsnem.2013-0054. Epub 2013 Oct 2. PMID: 24092765.
- 93 - Aragon AA, Schoenfeld BJ, Wildman R, Kleiner S, VanDusseldorp T, Taylor L, Earnest CP, Arciero PJ, Wilborn C, Kalman DS, Stout JR, Willoughby DS, Campbell B, Arent SM, Bannock L, Smith-Ryan AE, Antonio J. International society of sports nutrition position stand: diets and body composition. *J Int Soc Sports Nutr.* 2017 Jun 14;14:16. doi: 10.1186/s12970-017-0174-y. PMID: 28630601; PMCID: PMC5470183.

94 - Helms ER, Aragon AA, Fitschen PJ. Evidence-based recommendations for natural bodybuilding contest preparation: nutrition and supplementation. *J Int Soc Sports Nutr.* 2014 May 12;11:20. doi: 10.1186/1550-2783-11-20. PMID: 24864135; PMCID: PMC4033492.

95 - Krieger JW, Sitren HS, Daniels MJ, Langkamp-Henken B. Effects of variation in protein and carbohydrate intake on body mass and composition during energy restriction: a meta-regression 1. *Am J Clin Nutr.* 2006 Feb;83(2):260-74. doi: 10.1093/ajcn/83.2.260. PMID: 16469983.

96 - Wycherley TP, Moran LJ, Clifton PM, Noakes M, Brinkworth GD. Effects of energy-restricted high-protein, low-fat compared with standard-protein, low-fat diets: a meta-analysis of randomized controlled trials. *Am J Clin Nutr.* 2012 Dec;96(6):1281-98. doi: 10.3945/ajcn.112.044321. Epub 2012 Oct 24. PMID: 23097268.

97 - Kim JE, O'Connor LE, Sands LP, Slebodnik MB, Campbell WW. Effects of dietary protein intake on body composition changes after weight loss in older adults: a systematic review and meta-analysis. *Nutr Rev.* 2016 Mar;74(3):210-24. doi: 10.1093/nutrit/nuv065. Epub 2016 Feb 16. PMID: 26883880; PMCID: PMC4892287.

98 - Mathus-Vliegen EM; Obesity Management Task Force of the European Association for the Study of Obesity. Prevalence, pathophysiology, health consequences and treatment options of obesity in the elderly: a guideline. *Obes Facts.* 2012;5(3):460-83. doi: 10.1159/000341193. Epub 2012 Jun 30. Erratum in: *Obes Facts.* 2016;9(1):40. PMID: 22797374.

99 - Jensen MD, Ryan DH, Apovian CM, Ard JD, Comuzzie AG, Donato KA, Hu FB, Hubbard VS, Jakicic JM, Kushner RF, Loria CM, Millen BE, Nonas CA, Pi-Sunyer FX, Stevens J, Stevens VJ, Wadden TA, Wolfe BM, Yanovski SZ; American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines; Obesity Society. 2013 AHA/ACC/TOS guideline for the management of overweight and obesity in adults: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines and The Obesity Society. *J Am Coll Cardiol.* 2014 Jul 1;63(25 Pt B):2985-3023. doi: 10.1016/j.jacc.2013.11.004. Epub 2013 Nov 12. Erratum in: *J Am Coll Cardiol.* 2014 Jul 1;63(25 Pt B):3029-3030. PMID: 24239920.

100 - Blüher M. Adipose tissue inflammation: a cause or consequence of obesity-related insulin resistance? *Clin Sci (Lond).* 2016 Sep 1;130(18):1603-14. doi: 10.1042/CS20160005. PMID: 27503945.

- 101 - Santesso N, Akl EA, Bianchi M, Mente A, Mustafa R, Heels-Ansdell D, Schünemann HJ. Effects of higher- versus lower-protein diets on health outcomes: a systematic review and meta-analysis. *Eur J Clin Nutr.* 2012 Jul;66(7):780-8. doi: 10.1038/ejcn.2012.37. Epub 2012 Apr 18. PMID: 22510792; PMCID: PMC3392894.
- 102 - Cao L, Morley JE. Sarcopenia Is Recognized as an Independent Condition by an International Classification of Disease, Tenth Revision, Clinical Modification (ICD-10-CM) Code. *J Am Med Dir Assoc.* 2016 Aug 1;17(8):675-7. doi: 10.1016/j.jamda.2016.06.001. PMID: 27470918.
- 103 - Morley JE, Baumgartner RN, Roubenoff R, Mayer J, Nair KS. Sarcopenia. *J Lab Clin Med.* 2001 Apr;137(4):231-43. doi: 10.1067/mlc.2001.113504. PMID: 11283518.
- 104 - Landi F, Calvani R, Cesari M, Tosato M, Martone AM, Bernabei R, Onder G, Marzetti E. Sarcopenia as the Biological Substrate of Physical Frailty. *Clin Geriatr Med.* 2015 Aug;31(3):367-74. doi: 10.1016/j.cger.2015.04.005. Epub 2015 May 6. PMID: 26195096.
- 105 - Kojima G. Frailty as a predictor of disabilities among community-dwelling older people: a systematic review and meta-analysis. *Disabil Rehabil.* 2017 Sep;39(19):1897-1908. doi: 10.1080/09638288.2016.1212282. Epub 2016 Aug 24. PMID: 27558741.
- 106 - Kojima G. Frailty as a Predictor of Nursing Home Placement Among Community-Dwelling Older Adults: A Systematic Review and Meta-analysis. *J Geriatr Phys Ther.* 2018 Jan/Mar;41(1):42-48. doi: 10.1519/JPT.0000000000000097. PMID: 27341327.
- 107 - Cheng MH, Chang SF. Frailty as a Risk Factor for Falls Among Community Dwelling People: Evidence From a Meta-Analysis. *J Nurs Scholarsh.* 2017 Sep;49(5):529-536. doi: 10.1111/jnu.12322. Epub 2017 Jul 29. PMID: 28755453.
- 108 - Kojima G. Frailty as a predictor of hospitalisation among community-dwelling older people: a systematic review and meta-analysis. *J Epidemiol Community Health.* 2016 Jul;70(7):722-9. doi: 10.1136/jech-2015-206978. Epub 2016 Mar 1. PMID: 26933121.
- 109 - Brown JC, Harhay MO, Harhay MN. Sarcopenia and mortality among a population-based sample of community-dwelling older adults. *J Cachexia Sarcopenia Muscle.* 2016 Jun;7(3):290-8. doi: 10.1002/jcsm.12073. Epub 2015 Oct 15. PMID: 27239410; PMCID: PMC4864252.

- 110 - Woo T, Yu S, Visvanathan R. Systematic Literature Review on the Relationship Between Biomarkers of Sarcopenia and Quality of Life in Older People. *J Frailty Aging*. 2016;5(2):88-99. doi: 10.14283/jfa.2016.93. PMID: 27224499.
- 111 - Janssen I, Heymsfield SB, Ross R. Low relative skeletal muscle mass (sarcopenia) in older persons is associated with functional impairment and physical disability. *J Am Geriatr Soc*. 2002 May;50(5):889-96. doi: 10.1046/j.1532-5415.2002.50216.x. PMID: 12028177.
- 112 - Burd NA, Gorissen SH, van Loon LJ. Anabolic resistance of muscle protein synthesis with aging. *Exerc Sport Sci Rev*. 2013 Jul;41(3):169-73. doi: 10.1097/JES.0b013e318292f3d5. PMID: 23558692.
- 113 - Moore DR, Churchward-Venne TA, Witard O, Breen L, Burd NA, Tipton KD, Phillips SM. Protein ingestion to stimulate myofibrillar protein synthesis requires greater relative protein intakes in healthy older versus younger men. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2015 Jan;70(1):57-62. doi: 10.1093/gerona/glu103. Epub 2014 Jul 23. PMID: 25056502.
- 114 - Phillips SM. Nutrient-rich meat proteins in offsetting age-related muscle loss. *Meat Sci*. 2012 Nov;92(3):174-8. doi: 10.1016/j.meatsci.2012.04.027. Epub 2012 Apr 28. PMID: 22632883.
- 115 - McKendry J, Currier BS, Lim C, Mcleod JC, Thomas ACQ, Phillips SM. Nutritional Supplements to Support Resistance Exercise in Countering the Sarcopenia of Aging. *Nutrients*. 2020 Jul 10;12(7):2057. doi: 10.3390/nu12072057. Erratum in: *Nutrients*. 2021 Mar 23;13(3): PMID: 32664408; PMCID: PMC7399875.
- 116 - Mcleod JC, Stokes T, Phillips SM. Resistance Exercise Training as a Primary Countermeasure to Age-Related Chronic Disease. *Front Physiol*. 2019 Jun 6;10:645. doi: 10.3389/fphys.2019.00645. PMID: 31244666; PMCID: PMC6563593.
- 117 - Coelho-Júnior HJ, Rodrigues B, Uchida M, Marzetti E. Low Protein Intake Is Associated with Frailty in Older Adults: A Systematic Review and Meta-Analysis of Observational Studies. *Nutrients*. 2018 Sep 19;10(9):1334. doi: 10.3390/nu10091334. PMID: 30235893; PMCID: PMC6165078.
- 118 - Coelho-Júnior HJ, Milano-Teixeira L, Rodrigues B, Bacurau R, Marzetti E, Uchida M. Relative Protein Intake and Physical Function in Older Adults: A Systematic Review and Meta-Analysis of Observational Studies. *Nutrients*. 2018 Sep 19;10(9):1330. doi: 10.3390/nu10091330. PMID: 30235845; PMCID: PMC6163569.

119 - Deutz NE, Bauer JM, Barazzoni R, Biolo G, Boirie Y, Bosy-Westphal A, Cederholm T, Cruz-Jentoft A, Krznarić Z, Nair KS, Singer P, Teta D, Tipton K, Calder PC. Protein intake and exercise for optimal muscle function with aging: recommendations from the ESPEN Expert Group. *Clin Nutr*. 2014 Dec;33(6):929-36. doi: 10.1016/j.clnu.2014.04.007. Epub 2014 Apr 24. PMID: 24814383; PMCID: PMC4208946.

120 - Bauer J, Biolo G, Cederholm T, Cesari M, Cruz-Jentoft AJ, Morley JE, Phillips S, Sieber C, Stehle P, Teta D, Visvanathan R, Volpi E, Boirie Y. Evidence-based recommendations for optimal dietary protein intake in older people: a position paper from the PROT-AGE Study Group. *J Am Med Dir Assoc*. 2013 Aug;14(8):542-59. doi: 10.1016/j.jamda.2013.05.021. Epub 2013 Jul 16. PMID: 23867520.

121 - Morley JE, Argiles JM, Evans WJ, Bhasin S, Cella D, Deutz NE, Doehner W, Fearon KC, Ferrucci L, Hellerstein MK, Kalantar-Zadeh K, Lochs H, MacDonald N, Mulligan K, Muscaritoli M, Ponikowski P, Posthauer ME, Rossi Fanelli F, Schambelan M, Schols AM, Schuster MW, Anker SD; Society for Sarcopenia,

122 - Traylor DA, Gorissen SHM, Phillips SM. Perspective: Protein Requirements and Optimal Intakes in Aging: Are We Ready to Recommend More Than the Recommended Daily Allowance? *Adv Nutr*. 2018 May 1;9(3):171-182. doi: 10.1093/advances/nmy003. PMID: 29635313; PMCID: PMC5952928.

123 - Mitchell CJ, Milan AM, Mitchell SM, Zeng N, Ramzan F, Sharma P, Knowles SO, Roy NC, Sjödin A, Wagner KH, Cameron-Smith D. The effects of dietary protein intake on appendicular lean mass and muscle function in elderly men: a 10-wk randomized controlled trial. *Am J Clin Nutr*. 2017 Dec;106(6):1375-1383. doi: 10.3945/ajcn.117.160325. Epub 2017 Nov 1. PMID: 29092886.

124 - Nabuco HCG, Tomeleri CM, Sugihara Junior P, Fernandes RR, Cavalcante EF, Antunes M, Ribeiro AS, Teixeira DC, Silva AM, Sardinha LB, Cyrino ES. Effects of Whey Protein Supplementation Pre- or Post-Resistance Training on Muscle Mass, Muscular Strength, and Functional Capacity in Pre-Conditioned Older Women: A Randomized Clinical Trial. *Nutrients*. 2018 May 3;10(5):563. doi: 10.3390/nu10050563. PMID: 29751507; PMCID: PMC5986443.

125 - Ten Haaf DSM, Eijssvogels TMH, Bongers CCWG, Horstman AMH, Timmers S, de Groot LCPGM, Hopman MTE. Protein supplementation improves lean body mass in physically active older adults: a randomized placebo-controlled trial. *J Cachexia Sarcopenia Muscle*. 2019 Apr;10(2):298-310. doi: 10.1002/jcsm.12394. Epub 2019 Mar 7. PMID: 30848096; PMCID: PMC6463466.

- 126 - Stephens TV, Payne M, Ball RO, Pencharz PB, Elango R. Protein requirements of healthy pregnant women during early and late gestation are higher than current recommendations. *J Nutr*. 2015 Jan;145(1):73-8. doi: 10.3945/jn.114.198622. Epub 2014 Sep 24. PMID: 25527661.
- 127 - Elango R, Ball RO. Protein and Amino Acid Requirements during Pregnancy. *Adv Nutr*. 2016 Jul 15;7(4):839S-44S. doi: 10.3945/an.115.011817. PMID: 27422521; PMCID: PMC4942872.
- 128 - Imdad A, Bhutta ZA. Maternal nutrition and birth outcomes: effect of balanced protein-energy supplementation. *Paediatr Perinat Epidemiol*. 2012 Jul;26 Suppl 1:178-90. doi: 10.1111/j.1365-3016.2012.01308.x. PMID: 22742610.
- 129 - Dewey KG. Energy and protein requirements during lactation. *Annu Rev Nutr*. 1997;17:19-36. doi: 10.1146/annurev.nutr.17.1.19. PMID: 9240917.
- 130 - Prentice AM, Goldberg GR, Prentice A. Body mass index and lactation performance. *Eur J Clin Nutr*. 1994 Nov;48 Suppl 3:S78-86; discussion S86-9. PMID: 7843163.
- 131 - Daly SE, Hartmann PE. Infant demand and milk supply. Part 1: Infant demand and milk production in lactating women. *J Hum Lact*. 1995 Mar;11(1):21-6. doi: 10.1177/089033449501100119. PMID: 7718102.
- 132 - Daly SE, Hartmann PE. Infant demand and milk supply. Part 2: The short-term control of milk synthesis in lactating women. *J Hum Lact*. 1995 Mar;11(1):27-37. doi: 10.1177/089033449501100120. PMID: 7718103.
- 133 - Motil KJ, Montandon CM, Thotathuchery M, Garza C. Dietary protein and nitrogen balance in lactating and nonlactating women. *Am J Clin Nutr*. 1990 Mar;51(3):378-84. doi: 10.1093/ajcn/51.3.378. PMID: 2309644.
- 134 - Motil KJ, Davis TA, Montandon CM, Wong WW, Klein PD, Reeds PJ. Whole-body protein turnover in the fed state is reduced in response to dietary protein restriction in lactating women. *Am J Clin Nutr*. 1996 Jul;64(1):32-9. doi: 10.1093/ajcn/64.1.32. PMID: 8669411.
- 135 - Macnaughton LS, Wardle SL, Witard OC, McGlory C, Hamilton DL, Jeromson S, Lawrence CE, Wallis GA, Tipton KD. The response of muscle protein synthesis following whole-body resistance exercise is greater following 40 g than 20 g of ingested whey protein. *Physiol Rep*. 2016 Aug;4(15):e12893. doi: 10.14814/phy2.12893. PMID: 27511985; PMCID: PMC4985555.
- 136 - Biolo G, Tipton KD, Klein S, Wolfe RR. An abundant supply of amino acids enhances the metabolic effect of exercise on muscle protein. *Am J Physiol*. 1997 Jul;273(1 Pt 1):E122-9. doi: 10.1152/ajpendo.1997.273.1.E122. PMID: 9252488.

137 - Witard OC, Jackman SR, Breen L, Smith K, Selby A, Tipton KD. Myofibrillar muscle protein synthesis rates subsequent to a meal in response to increasing doses of whey protein at rest and after resistance exercise. *Am J Clin Nutr*. 2014 Jan;99(1):86-95. doi: 10.3945/ajcn.112.055517. Epub 2013 Nov 20. PMID: 24257722.

138 - Morton RW, McGlory C, Phillips SM. Nutritional interventions to augment resistance training-induced skeletal muscle hypertrophy. *Front Physiol*. 2015 Sep 3;6:245. doi: 10.3389/fphys.2015.00245. PMID: 26388782; PMCID: PMC4558471.

139 - Moore DR, Robinson MJ, Fry JL, Tang JE, Glover EI, Wilkinson SB, Prior T, Tarnopolsky MA, Phillips SM. Ingested protein dose response of muscle and albumin protein synthesis after resistance exercise in young men. *Am J Clin Nutr*. 2009 Jan;89(1):161-8. doi: 10.3945/ajcn.2008.26401. Epub 2008 Dec 3. PMID: 19056590.

140 - Biolo G, Maggi SP, Williams BD, Tipton KD, Wolfe RR. Increased rates of muscle protein turnover and amino acid transport after resistance exercise in humans. *Am J Physiol*. 1995 Mar;268(3 Pt 1):E514-20. doi: 10.1152/ajpendo.1995.268.3.E514. PMID: 7900797.

141 - Tang JE, Phillips SM. Maximizing muscle protein anabolism: the role of protein quality. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care*. 2009 Jan;12(1):66-71. doi: 10.1097/MCO.0b013e32831cef75. PMID: 19057190.

142 - Schoenfeld BJ, Aragon AA, Krieger JW. The effect of protein timing on muscle strength and hypertrophy: a meta-analysis. *J Int Soc Sports Nutr*. 2013 Dec 3;10(1):53. doi: 10.1186/1550-2783-10-53. PMID: 24299050; PMCID: PMC3879660.

143 - Aragon AA, Schoenfeld BJ. Nutrient timing revisited: is there a post-exercise anabolic window? *J Int Soc Sports Nutr*. 2013 Jan 29;10(1):5. doi: 10.1186/1550-2783-10-5. PMID: 23360586; PMCID: PMC3577439.

144 - Marg A, Schoewel V, Timmel T, Schulze A, Shah C, Daumke O, Spuler S. Sarcolemmal repair is a slow process and includes EHD2. *Traffic*. 2012 Sep;13(9):1286-94. doi: 10.1111/j.1600-0854.2012.01386.x. Epub 2012 Jun 29. PMID: 22679923.

145 - McNeil PL, Khakee R. Disruptions of muscle fiber plasma membranes. Role in exercise-induced damage. *Am J Pathol*. 1992 May;140(5):1097-109. PMID: 1374591; PMCID: PMC1886518.

- 146 - MacLennan PA, Smith K, Weryk B, Watt PW, Rennie MJ. Inhibition of protein breakdown by glutamine in perfused rat skeletal muscle. *FEBS Lett.* 1988 Sep 12;237(1-2):133-6. doi: 10.1016/0014-5793(88)80186-8. PMID: 3169234.
- 147 - MacLennan PA, Brown RA, Rennie MJ. A positive relationship between protein synthetic rate and intracellular glutamine concentration in perfused rat skeletal muscle. *FEBS Lett.* 1987 May 4;215(1):187-91. doi: 10.1016/0014-5793(87)80139-4. PMID: 2883028.
- 148 - Zhou X, Thompson JR. Regulation of protein turnover by glutamine in heat-shocked skeletal myotubes. *Biochim Biophys Acta.* 1997 Jun 27;1357(2):234-42. doi: 10.1016/s0167-4889(97)00035-9. PMID: 9223627.
- 149 - Millward DJ, Jepson MM, Omer A. Muscle glutamine concentration and protein turnover in vivo in malnutrition and in endotoxemia. *Metabolism.* 1989 Aug;38(8 Suppl 1):6-13. doi: 10.1016/0026-0495(89)90132-7. PMID: 2668704.
- 150 - Januszkiewicz A, Essén P, McNurlan MA, Calder GA, Andersson K, Wernerman J, Garlick PJ. Effect of a short-term infusion of glutamine on muscle protein metabolism postoperatively. *Clin Nutr.* 1996 Oct;15(5):267-73. doi: 10.1016/s0261-5614(96)80282-2. PMID: 16844055.
- 151 - Wusteman M, Elia M. Effect of glutamine infusions on glutamine concentration and protein synthetic rate in rat muscle. *JPEN J Parenter Enteral Nutr.* 1991 Sep-Oct;15(5):521-5. doi: 10.1177/0148607191015005521. PMID: 1942464.
- 152 - Jepson MM, Bates PC, Broadbent P, Pell JM, Millward DJ. Relationship between glutamine concentration and protein synthesis in rat skeletal muscle. *Am J Physiol.* 1988 Aug;255(2 Pt 1):E166-72. doi: 10.1152/ajpendo.1988.255.2.E166. PMID: 3136658.
- 153 - Candow DG, Chilibeck PD, Burke DG, Davison KS, Smith-Palmer T. Effect of glutamine supplementation combined with resistance training in young adults. *Eur J Appl Physiol.* 2001 Dec;86(2):142-9. doi: 10.1007/s00421-001-0523-y. PMID: 11822473.
- 154 - Lehmkuhl M, Malone M, Justice B, Trone G, Pistilli E, Vinci D, Haff EE, Kilgore JL, Haff GG. The effects of 8 weeks of creatine monohydrate and glutamine supplementation on body composition and performance measures. *J Strength Cond Res.* 2003 Aug;17(3):425-38. doi: 10.1519/1533-4287(2003)017<0425:teowoc>2.0.co;2. PMID: 12930166.
- 155 - Wilkinson SB, Kim PL, Armstrong D, Phillips SM. Addition of glutamine to essential amino acids and carbohydrate does not enhance anabolism in young human males following exercise. *Appl Physiol Nutr Metab.* 2006 Oct;31(5):518-29. doi: 10.1139/h06-028. PMID: 17111006.

- 156 - Antonio J, Sanders MS, Kalman D, Woodgate D, Street C. The effects of high-dose glutamine ingestion on weightlifting performance. *J Strength Cond Res*. 2002 Feb;16(1):157-60. PMID: 11834123.
- 157 - Holecek M. Side effects of long-term glutamine supplementation. *JPEN J Parenter Enteral Nutr*. 2013 Sep;37(5):607-16. doi: 10.1177/0148607112460682. Epub 2012 Sep 18. PMID: 22990615.
- 158 - Kord Varkaneh, Hamed & salehi-sahlabadi, Ammar & Mousavi, Seyed Mohammad & Fatahi, Somaye & Ghaedi, Ehsan & Nazari, Ali & Seyfishahpar, Maryam & Rahmani, Jamal. (2019). Does glutamine supplementation have favorable effects on glucose control and insulin sensitivity?: A meta-analysis and dose-response of randomized clinical trials. *Nutrition & Food Science*. ahead-of-print. 10.1108/NFS-04-2019-0116.
- 159 - Bowtell JL, Gelly K, Jackman ML, Patel A, Simeoni M, Rennie MJ. Effect of oral glutamine on whole body carbohydrate storage during recovery from exhaustive exercise. *J Appl Physiol* (1985). 1999 Jun;86(6):1770-7. doi: 10.1152/jappl.1999.86.6.1770. PMID: 10368336.
- 160 - Poortmans JR, Dellalieux O. Do regular high protein diets have potential health risks on kidney function in athletes? *Int J Sport Nutr Exerc Metab*. 2000 Mar;10(1):28-38. doi: 10.1123/ijsnem.10.1.28. PMID: 10722779.
- 161 - von Herrath D, Saupe J, Hirschberg R, Rottka H, Schaefer K. Glomerular filtration rate in response to an acute protein load. *Blood Purif*. 1988;6(4):264-8. doi: 10.1159/000169553. PMID: 3207474.
- 162 - Brenner BM, Meyer TW, Hostetter TH. Dietary protein intake and the progressive nature of kidney disease: the role of hemodynamically mediated glomerular injury in the pathogenesis of progressive glomerular sclerosis in aging, renal ablation, and intrinsic renal disease. *N Engl J Med*. 1982 Sep 9;307(11):652-9. doi: 10.1056/NEJM198209093071104. PMID: 7050706.
- 163 - Devries MC, Sithamparapillai A, Brimble KS, Banfield L, Morton RW, Phillips SM. Changes in Kidney Function Do Not Differ between Healthy Adults Consuming Higher- Compared with Lower- or Normal-Protein Diets: A Systematic Review and Meta-Analysis. *J Nutr*. 2018 Nov 1;148(11):1760-1775. doi: 10.1093/jn/nxy197. PMID: 30383278; PMCID: PMC6236074.
- 164 - Fouque D, Wang P, Laville M, Boissel JP. Low protein diets delay end-stage renal disease in non-diabetic adults with chronic renal failure. *Nephrol Dial Transplant*. 2000 Dec;15(12):1986-92. doi: 10.1093/ndt/15.12.1986. PMID: 11096144.

- 165 - Hahn D, Hodson EM, Fouque D. Low protein diets for non-diabetic adults with chronic kidney disease. *Cochrane Database Syst Rev*. 2020 Oct 29;10(10):CD001892. doi: 10.1002/14651858.CD001892.pub5. PMID: 33118160; PMCID: PMC8095031.
- 166 - Yan B, Su X, Xu B, Qiao X, Wang L. Effect of diet protein restriction on progression of chronic kidney disease: A systematic review and meta-analysis. *PLoS One*. 2018 Nov 7;13(11):e0206134. doi: 10.1371/journal.pone.0206134. PMID: 30403710; PMCID: PMC6221301.
- 167 - de Souza E Silva A, Pertille A, Reis Barbosa CG, Aparecida de Oliveira Silva J, de Jesus DV, Ribeiro AGSV, Baganha RJ, de Oliveira JJ. Effects of Creatine Supplementation on Renal Function: A Systematic Review and Meta-Analysis. *J Ren Nutr*. 2019 Nov;29(6):480-489. doi: 10.1053/j.jrn.2019.05.004. Epub 2019 Jul 30. PMID: 31375416.
- 168 - Mehl AA, Damião AO, Viana SD, Andretta CP. Hard-to-heal wounds: a randomised trial of an oral proline-containing supplement to aid repair. *J Wound Care*. 2021 Jan 2;30(1):26-31. doi: 10.12968/jowc.2021.30.1.26. PMID: 33439085.
- 169 - Arribas-López E, Zand N, Ojo O, Snowden MJ, Kochhar T. The Effect of Amino Acids on Wound Healing: A Systematic Review and Meta-Analysis on Arginine and Glutamine. *Nutrients*. 2021 Jul 22;13(8):2498. doi: 10.3390/nu13082498. PMID: 34444657; PMCID: PMC8399682.
- 170 - Tataka Y, Haramura M, Hamada Y, Ono M, Toyoda S, Yamada T, Hiratsu A, Suzuki K, Miyashita M. Effects of oral cystine and glutamine on exercise-induced changes in gastrointestinal permeability and damage markers in young men. *Eur J Nutr*. 2022 Aug;61(5):2331-2339. doi: 10.1007/s00394-022-02806-1. Epub 2022 Feb 1. PMID: 35106632; PMCID: PMC9279189.
- 171 - Pugh JN, Sage S, Hutson M, Doran DA, Fleming SC, Highton J, Morton JP, Close GL. Glutamine supplementation reduces markers of intestinal permeability during running in the heat in a dose-dependent manner. *Eur J Appl Physiol*. 2017 Dec;117(12):2569-2577. doi: 10.1007/s00421-017-3744-4. Epub 2017 Oct 20. PMID: 29058112; PMCID: PMC5694515.
- 172 - Li N, Lewis P, Samuelson D, Liboni K, Neu J. Glutamine regulates Caco-2 cell tight junction proteins. *Am J Physiol Gastrointest Liver Physiol*. 2004 Sep;287(3):G726-33. doi: 10.1152/ajpgi.00012.2004. Epub 2004 May 6. PMID: 15130874.
- 173 - Potsic B, Holliday N, Lewis P, Samuelson D, DeMarco V, Neu J. Glutamine supplementation and deprivation: effect on artificially reared rat small intestinal morphology. *Pediatr Res*. 2002 Sep;52(3):430-6. doi: 10.1203/00006450-200209000-00021. PMID: 12193680.

174 - Weiss MD, DeMarco V, Strauss DM, Samuelson DA, Lane ME, Neu J. Glutamine synthetase: a key enzyme for intestinal epithelial differentiation? JPEN J Parenter Enteral Nutr. 1999 May-Jun;23(3):140-6. doi: 10.1177/0148607199023003140. PMID: 10338221.

175 - Vincent G. DeMarco,2 Nan Li, Justin Thomas, Christopher M. West* and Josef Neu.
Glutamine and Barrier Function in Cultured Caco-2 Epithelial Cell Monolayers
The Journal of Nutrition. VOLUME 133, ISSUE 7, P2176-2179, JULY 2003.
doi:10.1093/jn/133.7.21762179, JULY 2003

176 - Seth A, Basuroy S, Sheth P, Rao RK. L-Glutamine ameliorates acetaldehyde-induced increase in paracellular permeability in Caco-2 cell monolayer. Am J Physiol Gastrointest Liver Physiol. 2004 Sep;287(3):G510-7. doi: 10.1152/ajpgi.00058.2004. PMID: 15331350.

177 - Bai M, Jiang Z, Liu Y. [Glutamine dipeptide attenuate mucosal atrophic changes and preservation of gut barrier function following 5-FU intervention]. Zhonghua Wai Ke Za Zhi. 1996 Jun;34(6):370-3. Chinese. PMID: 9594182.

178 - Chun H, Sasaki M, Fujiyama Y, Bamba T. Effect of enteral glutamine on intestinal permeability and bacterial translocation after abdominal radiation injury in rats. J Gastroenterol. 1997 Apr;32(2):189-95. doi: 10.1007/BF02936366. PMID: 9085166.

179 - Dugan ME, McBurney MI. Luminal glutamine perfusion alters endotoxin-related changes in ileal permeability of the piglet. JPEN J Parenter Enteral Nutr. 1995 Jan-Feb;19(1):83-7. doi: 10.1177/014860719501900183. PMID: 7658607.

180 - Wu G, Hu X, Ding J, Yang J. The effect of glutamine on Dehydroepiandrosterone-induced polycystic ovary syndrome rats. J Ovarian Res. 2020 May 9;13(1):57. doi: 10.1186/s13048-020-00650-7. PMID: 32386521; PMCID: PMC7211337.

181 - Hasani M, Mansour A, Asayesh H, Djalalinia S, Mahdavi Gorabi A, Ochi F, Qorbani M. Effect of glutamine supplementation on cardiometabolic risk factors and inflammatory markers: a systematic review and meta-analysis. BMC Cardiovasc Disord. 2021 Apr 17;21(1):190. doi: 10.1186/s12872-021-01986-8. PMID: 33865313; PMCID: PMC8053267.

182 - Lu CY, Shih YL, Sun LC, Chuang JF, Ma CJ, Chen FM, Wu DC, Hsieh JS, Wang JY. The inflammatory modulation effect of glutamine-enriched total parenteral nutrition in postoperative gastrointestinal cancer patients. Am Surg. 2011 Jan;77(1):59-64. PMID: 21396307.

- 183 - Ye J, Hu Y, Chen X, Chang C, Li K. Comparative Effects of Different Nutritional Supplements on Inflammation, Nutritional Status, and Clinical Outcomes in Colorectal Cancer Patients: A Systematic Review and Network Meta-Analysis. *Nutrients*. 2023 Jun 16;15(12):2772. doi: 10.3390/nu15122772. PMID: 37375676; PMCID: PMC10305393.
- 184 - Almeida EB, Santos JMB, Paixão V, Amaral JB, Foster R, Sperandio A, Roseira T, Rossi M, Cordeiro TG, Monteiro FR, Amirato GR, Santos CAF, Vieira RP, Vaisberg M, Barros MP, Bachi ALL. L-Glutamine Supplementation Improves the Benefits of Combined-Exercise Training on Oral Redox Balance and Inflammatory Status in Elderly Individuals. *Oxid Med Cell Longev*. 2020 Jan 22;2020:2852181. doi: 10.1155/2020/2852181. PMID: 32411324; PMCID: PMC7204202.
- 185 - Li K, Xu Y, Hu Y, Liu Y, Chen X, Zhou Y. Effect of Enteral Immunonutrition on Immune, Inflammatory Markers and Nutritional Status in Gastric Cancer Patients Undergoing Gastrectomy: A Randomized Double-Blinded Controlled Trial. *J Invest Surg*. 2020 Dec;33(10):950-959. doi: 10.1080/08941939.2019.1569736. Epub 2019 Mar 19. PMID: 30885012.
- 186 - Yong L, Lu QP, Liu SH, Fan H. Efficacy of Glutamine-Enriched Nutrition Support for Patients With Severe Acute Pancreatitis: A Meta-Analysis. *JPEN J Parenter Enteral Nutr*. 2016 Jan;40(1):83-94. doi: 10.1177/0148607115570391. Epub 2015 Feb 5. PMID: 25655622.
- 187 - Asrani V, Chang WK, Dong Z, Hardy G, Windsor JA, Petrov MS. Glutamine supplementation in acute pancreatitis: a meta-analysis of randomized controlled trials. *Pancreatology*. 2013 Sep-Oct;13(5):468-74. doi: 10.1016/j.pan.2013.07.282. Epub 2013 Aug 6. PMID: 24075510.
- 188 - Jiang X, Pei LY, Guo WX, Qi X, Lu XG. Glutamine supported early enteral therapy for severe acute pancreatitis: A systematic review and meta-analysis. *Asia Pac J Clin Nutr*. 2020;29(2):253-261. doi: 10.6133/apjcn.202007_29(2).0007. PMID: 32674232.
- 189 - Arutla M, Raghunath M, Deepika G, Jakkampudi A, Murthy HVV, Rao GV, Reddy DN, Talukdar R. Efficacy of enteral glutamine supplementation in patients with severe and predicted severe acute pancreatitis- A randomized controlled trial. *Indian J Gastroenterol*. 2019 Aug;38(4):338-347. doi: 10.1007/s12664-019-00962-7. Epub 2019 Oct 14. PMID: 31612309.
- 190 - Liu X, Sun XF, Ge QX. The role of glutamine supplemented total parenteral nutrition (TPN) in severe acute pancreatitis. *Eur Rev Med Pharmacol Sci*. 2016 Oct;20(19):4176-4180. PMID: 27775778.

- 191 - Jafari T, Feizi A, Askari G, Fallah AA. Parenteral immunonutrition in patients with acute pancreatitis: a systematic review and meta-analysis. *Clin Nutr*. 2015 Feb;34(1):35-43. doi: 10.1016/j.clnu.2014.05.008. Epub 2014 May 28. PMID: 24931755.
- 192 - Xue P, Deng LH, Xia Q, Zhang ZD, Hu WM, Yang XN, Song B, Huang ZW. Impact of alanyl-glutamine dipeptide on severe acute pancreatitis in early stage. *World J Gastroenterol*. 2008 Jan 21;14(3):474-8. doi: 10.3748/wjg.14.474. PMID: 18200673; PMCID: PMC2679139.
- 193 - Jeurnink SM, Nijs MM, Prins HA, Greving JP, Siersema PD. Antioxidants as a treatment for acute pancreatitis: A meta-analysis. *Pancreatology*. 2015 May-Jun;15(3):203-8. doi: 10.1016/j.pan.2015.03.009. Epub 2015 Apr 8. PMID: 25891791.
- 194 - Ferrando AA, Tipton KD, Doyle D, Phillips SM, Cortiella J, Wolfe RR. Testosterone injection stimulates net protein synthesis but not tissue amino acid transport. *Am J Physiol*. 1998 Nov;275(5):E864-71. doi: 10.1152/ajpendo.1998.275.5.E864. PMID: 9815007.
- 195 - Pelton LM, Maris SA, Loseke J. The Effects of Anabolic-Androgenic Steroids on Gene Expression in Skeletal Muscle: A Systematic Review. *Int J Exerc Sci*. 2023 Jan 1;16(3):53-82. PMID: 37113659; PMCID: PMC10124716.
- 196 - McCullough D, Webb R, Enright KJ, Lane KE, McVeigh J, Stewart CE, Davies IG. How the love of muscle can break a heart: Impact of anabolic androgenic steroids on skeletal muscle hypertrophy, metabolic and cardiovascular health. *Rev Endocr Metab Disord*. 2021 Jun;22(2):389-405. doi: 10.1007/s11154-020-09616-y. Epub 2020 Dec 2. PMID: 33269425; PMCID: PMC8087567.
- 197 - Phillips SM, Tipton KD, Ferrando AA, Wolfe RR. Resistance training reduces the acute exercise-induced increase in muscle protein turnover. *Am J Physiol*. 1999 Jan;276(1):E118-24. doi: 10.1152/ajpendo.1999.276.1.E118. PMID: 9886957.
- 198 - Bhasin S, Woodhouse L, Casaburi R, Singh AB, Bhasin D, Berman N, Chen X, Yarasheski KE, Magliano L, Dzekov C, Dzekov J, Bross R, Phillips J, Sinha-Hikim I, Shen R, Storer TW. Testosterone dose-response relationships in healthy young men. *Am J Physiol Endocrinol Metab*. 2001 Dec;281(6):E1172-81. doi: 10.1152/ajpendo.2001.281.6.E1172. PMID: 11701431.

- 199 - Bhasin S, Storer TW, Berman N, Callegari C, Clevenger B, Phillips J, Bunnell TJ, Tricker R, Shirazi A, Casaburi R. The effects of supraphysiologic doses of testosterone on muscle size and strength in normal men. *N Engl J Med*. 1996 Jul 4;335(1):1-7. doi: 10.1056/NEJM199607043350101. PMID: 8637535.
- 200 - Blachier F, Beaumont M, Portune KJ, Steuer N, Lan A, Audebert M, Khodorova N, Andriamihaja M, Airinei G, Benamouzig R, Davila AM, Armand L, Rampelli S, Brigidi P, Tomé D, Claus SP, Sanz Y. High-protein diets for weight management: Interactions with the intestinal microbiota and consequences for gut health. A position paper by the my new gut study group. *Clin Nutr*. 2019 Jun;38(3):1012-1022. doi: 10.1016/j.clnu.2018.09.016. Epub 2018 Sep 20. PMID: 30274898.
- 201 - Kevin J. Portune, Martin Beaumont, Anne-Marie Davila, Daniel Tomé, Francois Blachier, et al.. Gut microbiota role in dietary protein metabolism and health-related outcomes: The two sides of the coin. *Trends in Food Science and Technology*, 2016, 57 (B, SI), pp.213-232. <[10.1016/j.tifs.2016.08.011](https://doi.org/10.1016/j.tifs.2016.08.011)>. <[hal-01488443](https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01488443)>
- 202 - Oliphant, K., Allen-Vercoe, E. Macronutrient metabolism by the human gut microbiome: major fermentation by-products and their impact on host health. *Microbiome* 7, 91 (2019).
<https://doi.org/10.1186/s40168-019-0704-8>
- 203 - Diether NE, Willing BP. Microbial Fermentation of Dietary Protein: An Important Factor in Diet-Microbe-Host Interaction. *Microorganisms*. 2019 Jan 13;7(1):19. doi: 10.3390/microorganisms7010019. PMID: 30642098; PMCID: PMC6352118.
- 204 - Jang LG, Choi G, Kim SW, Kim BY, Lee S, Park H. The combination of sport and sport-specific diet is associated with characteristics of gut microbiota: an observational study. *J Int Soc Sports Nutr*. 2019 May 3;16(1):21. doi: 10.1186/s12970-019-0290-y. PMID: 31053143; PMCID: PMC6500072.
- 205 - Moreno-Pérez D, Bressa C, Bailén M, Hamed-Bousdar S, Naclerio F, Carmona M, Pérez M, González-Soltero R, Montalvo-Lominchar MG, Carabaña C, Larrosa M. Effect of a Protein Supplement on the Gut Microbiota of Endurance Athletes: A Randomized, Controlled, Double-Blind Pilot Study. *Nutrients*. 2018 Mar 10;10(3):337. doi: 10.3390/nu10030337. PMID: 29534465; PMCID: PMC5872755.
- 206 - AFSSA. (2005). Sécurité et bénéfices des phytoœstrogènes apportés par l'alimentation – Recommandations, 440p.
- 207 - Akhavan T, Luhovyy BL, Panahi S, Kubant R, Brown PH, Anderson GH. Mechanism of action of pre-meal consumption of whey protein on glycemic control in young adults. *J Nutr Biochem*. 2014 Jan;25(1):36-43. doi: 10.1016/j.jnutbio.2013.08.012. Epub 2013 Oct 5. PMID: 24314863.

- 208 - Alais C., Linden G., Miclo L., (2003). Biochimie alimentaire : Abrégé. Dunod, Paris, p 250.
- 209 - Aluko, E. (2017). Hemp seed (*Cannabis sativa* L.) proteins: composition, structure, enzymatic modification, and functional or bioactive properties. In S. R.
- 210 - Anderson RL, Wolf WJ. Compositional changes in trypsin inhibitors, phytic acid, saponins and isoflavones related to soybean processing. *J Nutr.* 1995 Mar;125(3 Suppl):581S-588S. doi: 10.1093/jn/125.3_Suppl.581S. PMID: 7884537.
- 221 - Anonyme (1982) Super protein from acid whey. *Food Eng.* 54, 3, 96-97
- 212 - Birk, Y. (1993). Protease Inhibitors as Cancer Chemopreventive Agent. Troll, W., et al. (eds), Plenum Press, 1-97.
- 213 - Boirie Y, Dangin M, Gachon P, Vasson MP, Maubois JL, Beaufrère B. Slow and fast dietary proteins differently modulate postprandial protein accretion. *Proc Natl Acad Sci USA.* 23 déc 1997;94(26):149305.
- 214 - Britten M., S. Gauthier and Y. Pouliot, 9 - Ingrédients laitiers, in Science et Technologie du Lait - Transformation du Lait, Fondation de technologie laitière du Québec inc., Presses internationales polytechnique, (2002) 471-525.
- 215 - Brown EC, DiSilvestro RA, Babaknia A, Devor ST. Soy versus whey protein bars: effects on exercise training impact on lean body mass and antioxidant status. *Nutr J.* 2004 Dec 8;3:22. doi: 10.1186/1475-2891-3-22. PMID: 15588291; PMCID: PMC539287.
- 216 - Dangin M, Guillet C, Garcia-Rodenas C, Gachon P, Bouteloup-Demange C, Reiffers-Magnani K, Fauquant J, Ballèvre O, Beaufrère B. The rate of protein digestion affects protein gain differently during aging in humans. *J Physiol.* 2003 Jun 1;549(Pt 2):635-44. doi: 10.1113/jphysiol.2002.036897. Epub 2003 Mar 28. PMID: 12665610; PMCID: PMC2342962.
- 217 - Ertl P, Knaus W, Zollitsch W. An approach to including protein quality when assessing the net contribution of livestock to human food supply. *Animal.* 2016 Nov;10(11):1883-1889. doi: 10.1017/S1751731116000902. Epub 2016 May 10. PMID: 27160573.

- 218 - Friedman M, Brandon DL. Nutritional and health benefits of soy proteins. *J Agric Food Chem*. 2001 Mar;49(3):1069-86. doi: 10.1021/jf0009246. PMID: 11312815.
- 219 - Garlick, PJ., et al. (1988). Amino acid infusion increases the sensitivity of muscle protein synthesis in vivo to insulin. Effect of branched-chain amino acids. *Biochem J*, 254(2), 579-584.
- 220 - Hamarsland H, Nordengen AL, Nyvik Aas S, Holte K, Garthe I, Paulsen G, Cotter M, Børsheim E, Benestad HB, Raastad T. Native whey protein with high levels of leucine results in similar post-exercise muscular anabolic responses as regular whey protein: a randomized controlled trial. *J Int Soc Sports Nutr*. 2017 Nov 21;14:43. doi: 10.1186/s12970-017-0202-y. PMID: 29200982; PMCID: PMC5697397.
- 221 - House JD, Neufeld J, Leson G. Evaluating the quality of protein from hemp seed (*Cannabis sativa* L.) products through the use of the protein digestibility-corrected amino acid score method. *J Agric Food Chem*. 2010 Nov 24;58(22):11801-7. doi: 10.1021/jf102636b. Epub 2010 Oct 26. PMID: 20977230.
- 222 - Mamone G, Picariello G, Ramondo A, Nicolai MA, Ferranti P. Production, digestibility and allergenicity of hemp (*Cannabis sativa* L.) protein isolates. *Food Res Int*. 2019 Jan;115:562-571. doi: 10.1016/j.foodres.2018.09.017. Epub 2018 Sep 12. PMID: 30599980.
- 223 - Modler H.W. (1985b) Functional properties of nonfat dairy ingredients. A review. Modification of lactose and products containing whey proteins. *J. Dairy Sci*. 68, 2206-2214
- 224 - Morr C.V. (1981) Emulsifiers : milk proteins. ACS Symposium Series. 147, (J.P. Cherry, ed.) American Chemical Society, Washington DC, pp. 201-215
- 225 - Muller, L. L. Manufacture of casein, caseinates and co-precipitates. *Developments in Dairy Chemistry*. 1982; 1:315-37 82 refs illus.. <http://hdl.handle.net/102.100.100/288291?index=1>
- 226 - Nadathur, J. P. D. Wanasundara, & L. Scanlin (Eds.). Sustainable protein sources (pp. 121–132). Boston (USA): Elsevier

227 - Nosworthy MG, Medina G, Franczyk AJ, Neufeld J, Appah P, Utioh A, Frohlich P, House JD. Effect of Processing on the In Vitro and In Vivo Protein Quality of Beans (*Phaseolus vulgaris* and *Vicia Faba*). *Nutrients*. 2018 May 25;10(6):671. doi: 10.3390/nu10060671. PMID: 29799474; PMCID: PMC6024599.

228 - Pescuma M, Hébert EM, Mozzi F, Font de Valdez G. Whey fermentation by thermophilic lactic acid bacteria: evolution of carbohydrates and protein content. *Food Microbiol*. 2008 May;25(3):442-51. doi: 10.1016/j.fm.2008.01.007. Epub 2008 Feb 2. PMID: 18355669.

229 - Phillips SM, Hartman JW, Wilkinson SB. Dietary protein to support anabolism with resistance exercise in young men. *J Am Coll Nutr*. 2005 Apr;24(2):134S-139S. doi: 10.1080/07315724.2005.10719454. PMID: 15798080.

230 - Phillips SM. Current Concepts and Unresolved Questions in Dietary Protein Requirements and Supplements in Adults. *Front Nutr*. 2017 May 8;4:13. doi: 10.3389/fnut.2017.00013. Erratum in: *Front Nutr*. 2023 Apr 12;9:1078528. PMID: 28534027; PMCID: PMC5420553.

231 - Potin F, Lubbers S, Husson F, Saurel R. Hemp (*Cannabis sativa* L.) Protein Extraction Conditions Affect Extraction Yield and Protein Quality. *J Food Sci*. 2019 Dec;84(12):3682-3690. doi: 10.1111/1750-3841.14850. Epub 2019 Nov 6. PMID: 31691301.

232 - Qi PX, Ren D, Xiao Y, Tomasula PM. Effect of homogenization and pasteurization on the structure and stability of whey protein in milk. *J Dairy Sci*. 2015 May;98(5):2884-97. doi: 10.3168/jds.2014-8920. Epub 2015 Feb 20. PMID: 25704975.

233 - Rackis JJ. Biological and physiological factors in soybeans. *J Am Oil Chem Soc*. 1974 Jan;51(1):161A-174A. doi: 10.1007/BF02542123. PMID: 4592393.

234 - Reddy, NR (2002) Occurrence, distribution, content and dietary intake of phytate. In *Food Phytates*, pp. 25–52 [, editors]. Boca Raton, FL: CRC Press.

235 - Sarwar G, McDonough FE. Evaluation of protein digestibility-corrected amino acid score method for assessing protein quality of foods. *J Assoc Off Anal Chem*. 1990 May-Jun;73(3):347-56. PMID: 2198245.

236 - Science et technologie de l'œuf – De l'œuf aux ovoproduits, volume 2 Nau F., et al. (2020). 569p

237 - Soop M, Nehra V, Henderson GC, Boirie Y, Ford GC, Nair KS. Coingestion of whey protein and casein in a mixed meal: demonstration of a more sustained anabolic effect of casein. *Am J Physiol Endocrinol Metab*. 2012 Jul 1;303(1):E152-62. doi: 10.1152/ajpendo.00106.2012. Epub 2012 May 8. PMID: 22569072; PMCID: PMC3404559.

238 - Varghese, K. S., Kolpe, R., & Amarinder, S. B. (2013). Development of whey-fruit based energy drink mixes using D-optimal mixture design. *International Journal of Food Science and Technology*, 48, 742 - 748.

239 - Venesson J. Nutrition de la force [prise de muscle, perte de poids, gain de force [Internet]. Vergèze: T. Souccar; 2011 [cité 20 févr 2020]. Disponible sur: <http://banq.pretnumerique.ca/accueil/isbn/9782365490368>

240 - Young VR, Fajardo L, Murray E, Rand WM, Scrimshaw NS. Protein requirements of man: comparative nitrogen balance response within the submaintenance-to-maintenance range of intakes of wheat and beef proteins. *J Nutr*. 1975 May;105(5):534-42. doi: 10.1093/jn/105.5.534. PMID: 1168697.

241 - Zafar TA, Waslien C, AlRaefaei A, Alrashidi N, AlMahmoud E. Whey protein sweetened beverages reduce glycemic and appetite responses and food intake in young females. *Nutr Res*. 2013 Apr;33(4):303-10. doi: 10.1016/j.nutres.2013.01.008. Epub 2013 Feb 28. PMID: 23602248.

242 - Cho YH, Shin IS, Hong SM, Kim CH. Production of Functional High-protein Beverage Fermented with Lactic Acid Bacteria Isolated from Korean Traditional Fermented Food. *Korean J Food Sci Anim Resour*. 2015;35(2):189-96. doi: 10.5851/kosfa.2015.35.2.189. Epub 2015 Apr 30. PMID: 26761827; PMCID: PMC4682513.

243 - Creig RI.W. (1979) The manufacture properties and use of heat denatured whey protein. *Milk Ind*. 81, 2, 30-34

244 - De la Guérivière J.F. (1981) Utilisation du lactosérum dans l'alimentation humaine traditionnelle. 1. Produits de cuisson céréaliers. *Tech. Lait* 952,57-59

- 245 - Vuilleumard J.C., Gauthier S and Paquin P. (1989) Les ingrédients à base de protéines laitières : obtention, propriétés et utilisation. *Le Lait*, INRA Éditions, 69(4), 323-351.
- 246 - Vuilleumard, Jean-Christophe, editor. *Science et Technologie Du Lait*. 3e Édition. Les Presses de l'Université Laval, 2018. JSTOR, <https://doi.org/10.2307/j.ctv1g246f4>. Accessed 18 Sept. 2023.
- 247 - Rogerson D. Vegan diets: practical advice for athletes and exercisers. *J Int Soc Sports Nutr*. 2017 Sep 13;14:36. doi: 10.1186/s12970-017-0192-9. PMID: 28924423; PMCID: PMC5598028.
- 248 - Sarwar Gilani G, Wu Xiao C, Cockell KA. Impact of antinutritional factors in food proteins on the digestibility of protein and the bioavailability of amino acids and on protein quality. *Br J Nutr*. 2012 Aug;108 Suppl 2:S315-32. doi: 10.1017/S0007114512002371. PMID: 23107545.
- 249 - Moughan P, Gilani S, Rutherfurd S, Tomé D The assessment of amino acid digestibility in foods for humans and including a collation of published ileal amino acid digestibility data for human foods. FAO. (2011)
- 250 - Dietary protein quality evaluation in human nutrition. Report of an FAQ Expert Consultation. FAO Food Nutr Pap. 2013;92:1-66. PMID: 26369006.
- 251 - Hou Y, Yin Y, Wu G. Dietary essentiality of "nutritionally non-essential amino acids" for animals and humans. *Exp Biol Med* (Maywood). 2015 Aug;240(8):997-1007. doi: 10.1177/1535370215587913. Epub 2015 Jun 2. PMID: 26041391; PMCID: PMC4935284.
- 252 - Volpi E, Kobayashi H, Sheffield-Moore M, Mittendorfer B, Wolfe RR. Essential amino acids are primarily responsible for the amino acid stimulation of muscle protein anabolism in healthy elderly adults. *Am J Clin Nutr*. 2003 Aug;78(2):250-8. doi: 10.1093/ajcn/78.2.250. PMID: 12885705; PMCID: PMC3192452.
- 253 - Wilkinson DJ, Hossain T, Hill DS, Phillips BE, Crossland H, Williams J, Loughna P, Churchward-Venne TA, Breen L, Phillips SM, Etheridge T, Rathmacher JA, Smith K, Szewczyk NJ, Atherton PJ. Effects of leucine and its metabolite β -hydroxy- β -methylbutyrate on human skeletal muscle protein metabolism. *J Physiol*. 2013 Jun 1;591(11):2911-23. doi: 10.1113/jphysiol.2013.253203. Epub 2013 Apr 3. PMID: 23551944; PMCID: PMC3690694.

254 - Devries MC, McGlory C, Bolster DR, Kamil A, Rahn M, Harkness L, Baker SK, Phillips SM. Leucine, Not Total Protein, Content of a Supplement Is the Primary Determinant of Muscle Protein Anabolic Responses in Healthy Older Women. *J Nutr*. 2018 Jul 1;148(7):1088-1095. doi: 10.1093/jn/nxy091. Erratum in: *J Nutr*. 2019 Mar 1;149(3):542. PMID: 29901760.

255 - Wolfe RR. Branched-chain amino acids and muscle protein synthesis in humans: myth or reality? *J Int Soc Sports Nutr*. 2017 Aug 22;14:30. doi: 10.1186/s12970-017-0184-9. PMID: 28852372; PMCID: PMC5568273.

256 - van Vliet S, Burd NA, van Loon LJ. The Skeletal Muscle Anabolic Response to Plant- versus Animal-Based Protein Consumption. *J Nutr*. 2015 Sep;145(9):1981-91. doi: 10.3945/jn.114.204305. Epub 2015 Jul 29. PMID: 26224750.

257 - Yang Y, Churchward-Venne TA, Burd NA, Breen L, Tarnopolsky MA, Phillips SM. Myofibrillar protein synthesis following ingestion of soy protein isolate at rest and after resistance exercise in elderly men. *Nutr Metab (Lond)*. 2012 Jun 14;9(1):57. doi: 10.1186/1743-7075-9-57. PMID: 22698458; PMCID: PMC3478988.

258 - Mitchell CJ, Della Gatta PA, Petersen AC, Cameron-Smith D, Markworth JF. Soy protein ingestion results in less prolonged p70S6 kinase phosphorylation compared to whey protein after resistance exercise in older men. *J Int Soc Sports Nutr*. 2015 Feb 5;12:6. doi: 10.1186/s12970-015-0070-2. PMID: 25674042; PMCID: PMC4324640.

259 - Tang JE, Moore DR, Kujbida GW, Tarnopolsky MA, Phillips SM. Ingestion of whey hydrolysate, casein, or soy protein isolate: effects on mixed muscle protein synthesis at rest and following resistance exercise in young men. *J Appl Physiol* (1985). 2009 Sep;107(3):987-92. doi: 10.1152/japplphysiol.00076.2009. Epub 2009 Jul 9. PMID: 19589961.

260 - Wilkinson SB, Tarnopolsky MA, Macdonald MJ, Macdonald JR, Armstrong D, Phillips SM. Consumption of fluid skim milk promotes greater muscle protein accretion after resistance exercise than does consumption of an isonitrogenous and isoenergetic soy-protein beverage. *Am J Clin Nutr*. 2007 Apr;85(4):1031-40. doi: 10.1093/ajcn/85.4.1031. Erratum in: *Am J Clin Nutr*. 2013 Aug;98(2):512. PMID: 17413102.

261 - Gran P, Larsen AE, Bonham M, Dordevic AL, Rupasinghe T, Silva C, Nahid A, Tull D, Sinclair AJ, Mitchell CJ, Cameron-Smith D. Muscle p70S6K phosphorylation in response to soy and dairy rich meals in middle aged men with metabolic syndrome: a randomised crossover trial. *Nutr Metab (Lond)*. 2014 Sep 30;11(1):46. doi: 10.1186/1743-7075-11-46. PMID: 25302072; PMCID: PMC4190399.

262 - Young VR, Pellett PL. Plant proteins in relation to human protein and amino acid nutrition. *Am J Clin Nutr*. 1994 May;59(5 Suppl):1203S-1212S. doi: 10.1093/ajcn/59.5.1203S. PMID: 8172124.

263 - Woolf PJ, Fu LL, Basu A. vProtein: identifying optimal amino acid complements from plant-based foods. *PLoS One*. 2011 Apr 22;6(4):e18836. doi: 10.1371/journal.pone.0018836. PMID: 21526128; PMCID: PMC3081312.

264 - Churchward-Venne TA, Breen L, Di Donato DM, Hector AJ, Mitchell CJ, Moore DR, Stellingwerff T, Breuille D, Offord EA, Baker SK, Phillips SM. Leucine supplementation of a low-protein mixed macronutrient beverage enhances myofibrillar protein synthesis in young men: a double-blind, randomized trial. *Am J Clin Nutr*. 2014 Feb;99(2):276-86. doi: 10.3945/ajcn.113.068775. Epub 2013 Nov 27. PMID: 24284442.

265 - Norton LE, Wilson GJ, Layman DK, Moulton CJ, Garlick PJ. Leucine content of dietary proteins is a determinant of postprandial skeletal muscle protein synthesis in adult rats. *Nutr Metab (Lond)*. 2012 Jul 20;9(1):67. doi: 10.1186/1743-7075-9-67. PMID: 22818257; PMCID: PMC3488566.

266 - Gorissen SH, Horstman AM, Franssen R, Crombag JJ, Langer H, Bierau J, Respondek F, van Loon LJ. Ingestion of Wheat Protein Increases In Vivo Muscle Protein Synthesis Rates in Healthy Older Men in a Randomized Trial. *J Nutr*. 2016 Sep;146(9):1651-9. doi: 10.3945/jn.116.231340. Epub 2016 Jul 20. PMID: 27440260.

267 - Monteyne AJ, Coelho MOC, Porter C, Abdelrahman DR, Jameson TSO, Jackman SR, Blackwell JR, Finnigan TJA, Stephens FB, Dirks ML, Wall BT. Mycoprotein ingestion stimulates protein synthesis rates to a greater extent than milk protein in rested and exercised skeletal muscle of healthy young men: a randomized controlled trial. *Am J Clin Nutr*. 2020 Aug 1;112(2):318-333. doi: 10.1093/ajcn/nqaa092. PMID: 32438401.

268 - Volek JS, Volk BM, Gómez AL, Kunces LJ, Kupchak BR, Freidenreich DJ, Aristizabal JC, Saenz C, Dunn-Lewis C, Ballard KD, Quann EE, Kawiecki DL, Flanagan SD, Comstock BA, Fragala MS, Earp JE, Fernandez ML, Bruno RS, Ptolemy AS, Kellogg MD, Maresh CM, Kraemer WJ. Whey protein supplementation during resistance training augments lean body mass. *J Am Coll Nutr*. 2013;32(2):122-35. doi: 10.1080/07315724.2013.793580. PMID: 24015719.

- 269 - Hartman JW, Tang JE, Wilkinson SB, Tarnopolsky MA, Lawrence RL, Fullerton AV, Phillips SM. Consumption of fat-free fluid milk after resistance exercise promotes greater lean mass accretion than does consumption of soy or carbohydrate in young, novice, male weightlifters. *Am J Clin Nutr*. 2007 Aug;86(2):373-81. doi: 10.1093/ajcn/86.2.373. PMID: 17684208.
- 270 - Mobley CB, Haun CT, Roberson PA, Mumford PW, Romero MA, Kephart WC, Anderson RG, Vann CG, Osburn SC, Pledge CD, Martin JS, Young KC, Goodlett MD, Pascoe DD, Lockwood CM, Roberts MD. Effects of Whey, Soy or Leucine Supplementation with 12 Weeks of Resistance Training on Strength, Body Composition, and Skeletal Muscle and Adipose Tissue Histological Attributes in College-Aged Males. *Nutrients*. 2017 Sep 4;9(9):972. doi: 10.3390/nu9090972. PMID: 28869573; PMCID: PMC5622732.
- 271 - Joy JM, Lowery RP, Wilson JM, Purpura M, De Souza EO, Wilson SM, Kalman DS, Dudeck JE, Jäger R. The effects of 8 weeks of whey or rice protein supplementation on body composition and exercise performance. *Nutr J*. 2013 Jun 20;12:86. doi: 10.1186/1475-2891-12-86. PMID: 23782948; PMCID: PMC3698202.
- 272 - Kalman D, Feldman S, Martinez M, Krieger DR, Tallon MJ. Effect of protein source and resistance training on body composition and sex hormones. *J Int Soc Sports Nutr*. 2007 Jul 23;4:4. doi: 10.1186/1550-2783-4-4. PMID: 17908338; PMCID: PMC1997115.
- 273 - Brown EC, DiSilvestro RA, Babaknia A, Devor ST. Soy versus whey protein bars: effects on exercise training impact on lean body mass and antioxidant status. *Nutr J*. 2004 Dec 8;3:22. doi: 10.1186/1475-2891-3-22. PMID: 15588291; PMCID: PMC539287.
- 274 - Monteyne AJ, Dunlop MV, Machin DJ, Coelho MOC, Pavis GF, Porter C, Murton AJ, Abdelrahman DR, Dirks ML, Stephens FB, Wall BT. A mycoprotein-based high-protein vegan diet supports equivalent daily myofibrillar protein synthesis rates compared with an isonitrogenous omnivorous diet in older adults: a randomised controlled trial. *Br J Nutr*. 2021 Sep 14;126(5):674-684. doi: 10.1017/S0007114520004481. Epub 2020 Nov 11. PMID: 33172506; PMCID: PMC8110608.
- 275 - Desfougères Y, Jardin J, Lechevalier V, Pezennec S, Nau F. Succinimidyl residue formation in hen egg-white lysozyme favors the formation of intermolecular covalent bonds without affecting its tertiary structure. *Biomacromolecules*. 2011 Jan 10;12(1):156-66. doi: 10.1021/bm101089g. Epub 2010 Dec 17. PMID: 21166442.

N.R. Reddy, M.D. Pierson,

- 276 -Reduction in antinutritional and toxic components in plant foods by fermentationaaThe term 'plant foods' is used in the context of food derived from plant sources.,Food Research International, Volume 27, Issue 3,1994,

277. Birk Y. The Bowman-Birk inhibitor. Trypsin- and chymotrypsin-inhibitor from soybeans. *Int J Pept Protein Res.* 1985 Feb;25(2):113-31. doi: 10.1111/j.1399-3011.1985.tb02155.x. PMID: 3886572.
278. tang. et al Ingestion of whey hydrolysate, casein, or soy protein isolate: effects on mixed muscle protein synthesis at rest and following resistance exercise in young men
279. Kim, Jum-Ji & Lee, Mi-Young. (2011). Isolation and Characterization of Edestin from Cheungsam Hempseed. *Journal of Applied Biological Chemistry.* 54. 10.3839/jabc.2011.015.
280. Callaway, J.. (2004). Hempseed as a nutritional resource: An overview. *Euphytica.* 140. 65-72. 10.1007/s10681-004-4811-6.
281. Oseyko, Mykola & Sova, Nataliia & Lutsenko, Maryna & Kalyna, Viktoriia. (2019). Chemical aspects of the composition of industrial hemp seed products. *Ukrainian Food Journal.* 8. 544-559. 10.24263/2304-974X-2019-8-3-11.
282. Logarušić, M., Slivac, I., Radošević, K. et al. Hempseed protein hydrolysates' effects on the proliferation and induced oxidative stress in normal and cancer cell lines. *Mol Biol Rep* 46, 6079–6085 (2019)
283. Rodriguez-Martin NM , Toscano R , Villanueva A , Pedroche J , Millan F , Montserrat-de la Paz S , Millan-Linares MC . Neuroprotective protein hydrolysates from hemp (*Cannabis sativa* L.) seeds. *Food Funct.* 2019 Oct 16;10(10):6732-6739. doi: 10.1039/c9fo01904a. PMID: 31576391.
284. Girgih AT, Alashi AM, He R, Malomo SA, Raj P, Netticadan T, Aluko RE. A novel hemp seed meal protein hydrolysate reduces oxidative stress factors in spontaneously hypertensive rats. *Nutrients.* 2014 Dec;6(12):5652-66. doi: 10.3390/nu6125652. PMID: 25493943; PMCID: PMC4276990.
285. Malomo SA, Onuh JO, Girgih AT, Aluko RE. Structural and Antihypertensive Properties of Enzymatic Hemp Seed Protein Hydrolysates. *Nutrients.* 2015 Sep 10;7(9):7616-32. doi: 10.3390/nu7095358. PMID: 26378569; PMCID: PMC4586553.
286. Zandoni C, Aiello G, Arnoldi A, Lammi C. Hempseed Peptides Exert Hypocholesterolemic Effects with a Statin-Like Mechanism. *J Agric Food Chem.* 2017 Oct 11;65(40):8829-8838. doi: 10.1021/acs.jafc.7b02742. Epub 2017 Oct 2. PMID: 28931275.
287. Aiello G, Fasoli E, Boschini G, Lammi C, Zandoni C, Citterio A, Arnoldi A. Proteomic characterization of hempseed (*Cannabis sativa* L.). *J Proteomics.* 2016 Sep 16;147:187-196. doi: 10.1016/j.jprot.2016.05.033. Epub 2016 Jun 2. PMID: 27265319.

288. Pfeiffer AFH, Pedersen E, Schwab U, Risérus U, Aas AM, Uusitupa M, Thanopoulou A, Kendall C, Sievenpiper JL, Kahleová H, Rahélic D, Salas-Salvadó J, Gebauer S, Hermansen K. The Effects of Different Quantities and Qualities of Protein Intake in People with Diabetes Mellitus. *Nutrients*. 2020 Jan 30;12(2):365. doi: 10.3390/nu12020365. PMID: 32019211; PMCID: PMC7071151.
289. Clina JG, Sayer RD, Pan Z, Cohen CW, McDermott MT, Catenacci VA, Wyatt HR, Hill JO. High- and normal-protein diets improve body composition and glucose control in adults with type 2 diabetes: a randomized trial. *Obesity (Silver Spring)*. 2023 Aug;31(8):2021-2030. doi: 10.1002/oby.23815. PMID: 37475689; PMCID: PMC10421635.
290. Mijatovic-Vukas J, Capling L, Cheng S, Stamatakis E, Louie J, Cheung NW, Markovic T, Ross G, Senior A, Brand-Miller JC, Flood VM. Associations of Diet and Physical Activity with Risk for Gestational Diabetes Mellitus: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Nutrients*. 2018 May 30;10(6):698. doi: 10.3390/nu10060698. PMID: 29849003; PMCID: PMC6024719.
291. González-Salazar LE, Pichardo-Ontiveros E, Palacios-González B, Vigil-Martínez A, Granados-Portillo O, Guizar-Heredia R, Flores-López A, Medina-Vera I, Heredia-G-Cantón PK, Hernández-Gómez KG, Castelán-Licon G, Arteaga-Sánchez L, Serralde-Zúñiga AE, Ávila-Nava A, Noriega-López LG, Reyes-García JG, Zerrweck C, Torres N, Tovar AR, Guevara-Cruz M. Effect of the intake of dietary protein on insulin resistance in subjects with obesity: a randomized controlled clinical trial. *Eur J Nutr*. 2021 Aug;60(5):2435-2447. doi: 10.1007/s00394-020-02428-5. Epub 2020 Nov 3. PMID: 33145643.
292. Butryn ML, Phelan S, Hill JO, Wing RR. Consistent self-monitoring of weight: a key component of successful weight loss maintenance. *Obesity (Silver Spring)*. 2007; 15(12): 3091-3096.
293. Lean ME, Leslie WS, Barnes AC, et al. Primary care-led weight management for remission of type 2 diabetes (DiRECT): an open-label, cluster-randomised trial. *Lancet*. 2018; 391(10120): 541-551.
294. Centers for Disease Control and Prevention. "National diabetes statistics report: estimates of diabetes and its burden in the United States, 2014." Atlanta, GA: US Department of Health and Human Services 2014 (2014).
295. Einarson TR, Acs A, Ludwig C, Panton UH. Prevalence of cardiovascular disease in type 2 diabetes: a systematic literature review of scientific evidence from across the world in 2007-2017. *Cardiovasc Diabetol*. 2018 Jun 8;17(1):83. doi: 10.1186/s12933-018-0728-6. PMID: 29884191; PMCID: PMC5994068.
296. Afkarian M, Sachs MC, Kestenbaum B, Hirsch IB, Tuttle KR, Himmelfarb J, de Boer IH. Kidney disease and increased mortality risk in type 2 diabetes. *J Am Soc Nephrol*. 2013 Feb;24(2):302-8. doi: 10.1681/ASN.2012070718. Epub 2013 Jan 29. PMID: 23362314; PMCID: PMC3559486.

297. Koye DN, Magliano DJ, Nelson RG, Pavkov ME. The Global Epidemiology of Diabetes and Kidney Disease. *Adv Chronic Kidney Dis*. 2018 Mar;25(2):121-132. doi: 10.1053/j.ackd.2017.10.011. PMID: 29580576.
298. Muller IS, de Grauw WJ, van Gerwen WH, Bartelink ML, van Den Hoogen HJ, Rutten GE. Foot ulceration and lower limb amputation in type 2 diabetic patients in dutch primary health care. *Diabetes Care*. 2002 Mar;25(3):570-4. doi: 10.2337/diacare.25.3.570. PMID: 11874949.
299. Shatnawi NJ, Al-Zoubi NA, Hawamdeh HM, Khader YS, Garaibeh K, Heis HA. Predictors of major lower limb amputation in type 2 diabetic patients referred for hospital care with diabetic foot syndrome. *Diabetes Metab Syndr Obes*. 2018 Jun 22;11:313-319. doi: 10.2147/DMSO.S165967. PMID: 29950877; PMCID: PMC6018853.
300. Singh N, Armstrong DG, Lipsky BA. Preventing foot ulcers in patients with diabetes. *JAMA*. 2005 Jan 12;293(2):217-28. doi: 10.1001/jama.293.2.217. PMID: 15644549.
301. Berster JM, Göke B. Type 2 diabetes mellitus as risk factor for colorectal cancer. *Arch Physiol Biochem*. 2008 Feb;114(1):84-98. doi: 10.1080/13813450802008455. PMID: 18465362.
302. Cheung N, Wong TY. Diabetic retinopathy and systemic vascular complications. *Prog Retin Eye Res*. 2008 Mar;27(2):161-76. doi: 10.1016/j.preteyeres.2007.12.001. Epub 2007 Dec 8. PMID: 18249026.
303. Sasongko MB, Widyaputri F, Agni AN, Wardhana FS, Kotha S, Gupta P, Widayanti TW, Haryanto S, Widyaningrum R, Wong TY, Kawasaki R, Wang JJ. Prevalence of Diabetic Retinopathy and Blindness in Indonesian Adults With Type 2 Diabetes. *Am J Ophthalmol*. 2017 Sep;181:79-87. doi: 10.1016/j.ajo.2017.06.019. Epub 2017 Jun 30. PMID: 28669781.
304. Bray, George A., Claude Bouchard, and William Philip Trehearne James. "Handbook of obesity."
305. Maggio CA, Pi-Sunyer FX. Obesity and type 2 diabetes. *Endocrinol Metab Clin North Am*. 2003 Dec;32(4):805-22, viii. doi: 10.1016/s0889-8529(03)00071-9. PMID: 14711063.
306. Apovian CM. Obesity: definition, comorbidities, causes, and burden. *Am J Manag Care*. 2016 Jun;22(7 Suppl):s176-85. PMID: 27356115.
307. Schelbert KB. Comorbidities of obesity. *Prim Care*. 2009 Jun;36(2):271-85. doi: 10.1016/j.pop.2009.01.009. PMID: 19501243.

308. Report of the Expert Committee on the Diagnosis and Classification of Diabetes Mellitus. *Diabetes Care*. 1997 Jul;20(7):1183-97. doi: 10.2337/diacare.20.7.1183. PMID: 9203460.
309. American Diabetes Association. Standards of medical care in diabetes--2014. *Diabetes Care*. 2014 Jan;37 Suppl 1:S14-80. doi: 10.2337/dc14-S014. PMID: 24357209.
310. Guariguata L, Linnenkamp U, Beagley J, Whiting DR, Cho NH. Global estimates of the prevalence of hyperglycaemia in pregnancy. *Diabetes Res Clin Pract*. 2014 Feb;103(2):176-85. doi: 10.1016/j.diabres.2013.11.003. Epub 2013 Dec 1. PMID: 24300020.
311. Wong VW, Lin A, Russell H. Adopting the new World Health Organization diagnostic criteria for gestational diabetes: How the prevalence changes in a high-risk region in Australia. *Diabetes Res Clin Pract*. 2017 Jul;129:148-153. doi: 10.1016/j.diabres.2017.04.018. Epub 2017 Apr 25. PMID: 28528075.
312. Pu J, Zhao B, Wang EJ, Nimbal V, Osmundson S, Kunz L, Popat RA, Chung S, Palaniappan LP. Racial/Ethnic Differences in Gestational Diabetes Prevalence and Contribution of Common Risk Factors. *Paediatr Perinat Epidemiol*. 2015 Sep;29(5):436-43. doi: 10.1111/ppe.12209. Epub 2015 Jul 22. PMID: 26201385; PMCID: PMC6519933.
313. Kim C, Newton KM, Knopp RH. Gestational diabetes and the incidence of type 2 diabetes: a systematic review. *Diabetes Care*. 2002 Oct;25(10):1862-8. doi: 10.2337/diacare.25.10.1862. PMID: 12351492.
314. Wilmot EG, Mansell P. Diabetes and pregnancy. *Clin Med (Lond)*. 2014 Dec;14(6):677-80. doi: 10.7861/clinmedicine.14-6-677. PMID: 25468858; PMCID: PMC4954145.
315. Lehen H, Zechner U, Haaf T. Epigenetics of gestational diabetes mellitus and offspring health: the time for action is in early stages of life. *Mol Hum Reprod*. 2013 Jul;19(7):415-22. doi: 10.1093/molehr/gat020. Epub 2013 Mar 20. PMID: 23515667; PMCID: PMC3690806.
316. Bao W, Bowers K, Tobias DK, Hu FB, Zhang C. Prepregnancy dietary protein intake, major dietary protein sources, and the risk of gestational diabetes mellitus: a prospective cohort study. *Diabetes Care*. 2013 Jul;36(7):2001-8. doi: 10.2337/dc12-2018. Epub 2013 Feb 1. PMID: 23378620; PMCID: PMC3687314.
317. Bao W, Bowers K, Tobias DK, Olsen SF, Chavarro J, Vaag A, Kiely M, Zhang C. Prepregnancy low-carbohydrate dietary pattern and risk of gestational diabetes mellitus: a prospective cohort study. *Am J Clin Nutr*. 2014 Jun;99(6):1378-84. doi: 10.3945/ajcn.113.082966. Epub 2014 Apr 9. PMID: 24717341; PMCID: PMC4021782.

318. Zhang C, Solomon CG, Manson JE, Hu FB. A prospective study of pregravid physical activity and sedentary behaviors in relation to the risk for gestational diabetes mellitus. *Arch Intern Med*. 2006 Mar 13;166(5):543-8. doi: 10.1001/archinte.166.5.543. PMID: 16534041.
319. Zhang C, Tobias DK, Chavarro JE, Bao W, Wang D, Ley SH, Hu FB. Adherence to healthy lifestyle and risk of gestational diabetes mellitus: prospective cohort study. *BMJ*. 2014 Sep 30;349:g5450. doi: 10.1136/bmj.g5450. PMID: 25269649; PMCID: PMC4180295.
320. Badon SE, Wartko PD, Qiu C, Sorensen TK, Williams MA, Enquobahrie DA. Leisure Time Physical Activity and Gestational Diabetes Mellitus in the Omega Study. *Med Sci Sports Exerc*. 2016 Jun;48(6):1044-52. doi: 10.1249/MSS.0000000000000866. PMID: 26741121; PMCID: PMC4868777.
321. Dempsey JC, Sorensen TK, Williams MA, Lee IM, Miller RS, Dashow EE, Luthy DA. Prospective study of gestational diabetes mellitus risk in relation to maternal recreational physical activity before and during pregnancy. *Am J Epidemiol*. 2004 Apr 1;159(7):663-70. doi: 10.1093/aje/kwh091. PMID: 15033644.
322. Rudra CB, Williams MA, Lee IM, Miller RS, Sorensen TK. Perceived exertion in physical activity and risk of gestational diabetes mellitus. *Epidemiology*. 2006 Jan;17(1):31-7. doi: 10.1097/01.ede.0000184474.33629.cd. PMID: 16357592.
323. Oken E, Ning Y, Rifas-Shiman SL, Radesky JS, Rich-Edwards JW, Gillman MW. Associations of physical activity and inactivity before and during pregnancy with glucose tolerance. *Obstet Gynecol*. 2006 Nov;108(5):1200-7. doi: 10.1097/01.AOG.0000241088.60745.70. PMID: 17077243; PMCID: PMC1894947.
324. Baptiste-Roberts K, Ghosh P, Nicholson WK. Pregravid physical activity, dietary intake, and glucose intolerance during pregnancy. *J Womens Health (Larchmt)*. 2011 Dec;20(12):1847-51. doi: 10.1089/jwh.2010.2377. Epub 2011 Sep 27. PMID: 21951267; PMCID: PMC3236988.
325. Chasan-Taber L, Schmidt MD, Pekow P, Sternfeld B, Manson JE, Solomon CG, Braun B, Markenson G. Physical activity and gestational diabetes mellitus among Hispanic women. *J Womens Health (Larchmt)*. 2008 Jul-Aug;17(6):999-1008. doi: 10.1089/jwh.2007.0560. PMID: 18582171.
326. Mørkrid K, Jenum AK, Berntsen S, Sletner L, Richardsen KR, Vangen S, Holme I, Birkeland KI. Objectively recorded physical activity and the association with gestational diabetes. *Scand J Med Sci Sports*. 2014 Oct;24(5):e389-97. doi: 10.1111/sms.12183. Epub 2014 Feb 18. PMID: 24894027.
327. van der Ploeg HP, van Poppel MN, Chey T, Bauman AE, Brown WJ. The role of pre-pregnancy physical activity and sedentary behaviour in the development of gestational diabetes mellitus. *J Sci Med Sport*. 2011 Mar;14(2):149-52. doi: 10.1016/j.jsams.2010.09.002. Epub 2010 Oct 27. PMID: 21030304.
328. Takahara M, Katakami N, Kaneto H, Noguchi M, Shimomura I. Distribution of the Matsuda Index in Japanese healthy subjects. *J Diabetes Investig*. 2013 Jul 8;4(4):369-71. doi: 10.1111/jdi.12056. Epub 2013 Feb 27. PMID: 24843681; PMCID: PMC4020231.
329. Almeda-Valdes P, Cuevas-Ramos D, Mehta R, Gomez-Perez FJ, Cruz-Bautista I, Arellano-Campos O, Navarrete-Lopez M, Aguilar-Salinas CA. Total and high molecular weight adiponectin have similar utility for the identification of insulin resistance. *Cardiovasc Diabetol*. 2010 Jun 23;9:26. doi: 10.1186/1475-2840-9-26. PMID: 20573249; PMCID: PMC2902434.