

Collagène Multi 5

Code: FF3169 – 330 g



Formule avancée de collagène avec vitamines, minéraux et autres nutraceutiques. **Collagène Multi 5** de New Roots Herbal apporte 5 types de peptides de collagène bioactifs (types I, II, III, V et X) présents principalement dans les os, les tendons, le cartilage et la peau.

Allegations de santé (Règlement UE No. 432/2012) : La vitamine C contribue à la formation normale de collagène pour assurer le fonctionnement normal des vaisseaux sanguins, des os, des cartilages et de la peau. Le magnésium contribue à réduire la fatigue, à une fonction musculaire normale, une synthèse protéique normale, au maintien d'une ossature normale et à un métabolisme énergétique normal. Le cuivre contribue au maintien de tissus conjonctifs normaux et au fonctionnement normal du système immunitaire.

Ingrédients : Collagène porcine hydrolysé, collagène bovin hydrolysé, citrate de magnésium, amidon de maïs, acide malique, ESM® (membrane de coquille d'oeuf), arôme naturel de citron, extrait de racine de griffe du diable (*Harpagophytum procumbens*), extrait de tige et de feuille de bambou (*Bambusa vulgaris*), collagène de poulet hydrolysé, acide L-ascorbique (vitamine C), hyaluronate de sodium, gluconate de cuivre, acide borique et édulcorant (glycosides de stéviol de *Stevia rebaudiana*).

Déclaration nutritionnelle :	Par portion 11 g	Par 100 g
		1
Énergie (kJ/kcal)	136/32	240/295
Graisses totales	0,0 g	0,4 g
Acides gras saturés	0,0 g	0,0 g
Glucides	1,1 g	9,8 g
Sucres	0,0 g	0,1 g
Fibres alimentaires	0,0 g	0,3 g
Protéines	7 g	63 g
Sel	0,5 g	4,1 g

Nutriments:	Par portion 11g	VNR*
Collagène porcine hydrolysé (types I et III)	5 000 mg	
Collagène de poulet hydrolysé (type II)	40 mg	
Collagène bovin hydrolysé (types I et III)	2 500 mg	
ESM® membrane de coquille d'oeuf (types I, V et X)	300 mg	
Acide hyaluronique	25 mg	
Vitamine C (acide L-ascorbique)	40 mg	50%
Magnésium (de citrate de magnésium)	187,5 mg	50%
Cuivre (de gluconate de cuivre)	0,5 mg	50%
Silice (d'extrait de bambou)	40 mg	
Bore (d'acide borique)	3 mg	
Acide malique	500 mg	
Griffe du diable (<i>H. procumbens</i>) (6:1) (2,5% harpagosides)	150 mg	

*VNR: Valeurs nutritionnelles de référence en %

Format:

330 g

Dose journalière recommandée :

1 dosette (11 g) par jour.

Ne pas dépasser la dose journalière recommandée.

DÉTAILS:

Collagène Multi 5 est une formule synergique conçue pour la santé ostéoarticulaire, avec 5 types différents de peptides de collagène bioactifs renforcés par : de la membrane interne de coquille d'oeuf (ESM®), de l'acide hyaluronique, de l'harpagophytum, de la vitamine C, des minéraux spécifiques et de l'acide malique.

Collagène Multi 5

Code: FF3169 – 330 g



INGRÉDIENTS:

COLLAGÈNE: peptide omniprésent dans tout le corps humain, le collagène est la protéine la plus dominante de la matrice extracellulaire, représentant 25 % des protéines totales du corps ⁽¹⁾. Le collagène est un composant structurel important de la peau, des tissus conjonctifs tels que le cartilage, les ligaments et les tendons, ainsi que de la matrice osseuse.

Teneur en collagène de différents types de tissus humains (% du poids sec) :

Os déminéralisé	Tendons	Peau	Cartilage	Artères	Poumon	Foie
90%	80-90%	50-70%	50-70%	10-25%	10%	4%

Le collagène est produit par certains types de cellules, comme les ostéoblastes qui forment les os, les chondrocytes qui forment le cartilage, et les fibroblastes qui forment les tissus conjonctifs. Comme le montre le tableau ci-dessus, le collagène est plus abondant dans les tissus conjonctifs solides et résistants.

Types de collagène:

À ce jour, jusqu'à 29 types de collagène ont été caractérisés, mais plus de 90 % du collagène présent dans l'organisme est de type I à V, le type I étant le plus abondant. Il existe deux groupes principaux de collagène : le collagène fibrillaire et le collagène non fibrillaire. Le collagène fibrillaire est le plus abondant et forme des fibres aux formes alignées répétées ; il constitue 90 % du collagène. Le collagène non fibrillaire est généralement organisé en mailles. Les tissus et organes où l'on trouve les différents types de collagène sont présentés ci-dessous ^(2,3) :

a) Collagène fibrillaire	
Type de collagène	Répartition dans tissus
I	Peau, os, tendons, cornée
II	Cartilage, corps vitré de l'œil
III	Peau, vaisseaux sanguins, intestin, utérus
V	Peau, os, cornée, placenta
XI	Cartilage, disque intervertébral
XXIV	Os, cornée
XXVII	Cartilage
b) Collagène non fibrillaire	
Type de collagène	Répartition dans tissus
IV	Membrane basale, capillaires
VI	Os, vaisseaux sanguins, peau, cornée, cartilage
VII	Muqueuses, peau, vessie, cordon ombilical, liquide amniotique
VIII	Peau, cerveau, cœur, reins, vaisseaux sanguins, os, cartilage
IX	Cornée, corps vitré de l'œil, cartilage
X	Cartilage
XII	Cartilage, tendons, peau
XIII	Muscles squelettiques, cœur, yeux, peau, cellules endothéliales
XIV	Vaisseaux sanguins, yeux, nerfs, tendons, os, peau, cartilage, etc.
XV	Capillaires sanguins, ovaires, cœur, cœur, testicules, peau, placenta, reins
XVI	Cœur, peau, reins, muscles lisses
XVII	Peau
XVIII	Reins, poumons, foie
XIX	Peau, reins, foie, placenta, rate, prostate
XX	Épithélium cornéen
XXI	Estomac, reins, vaisseaux sanguins, cœur, placenta, muscles squelettiques
XXII	Tissu conjonctif
XXIII	Cellules cancéreuses métastatiques
XXV	Yeux, cerveau, cœur, testicules
XXVI	Testicules, ovaires
XXVIII	Cellules du système nerveux
XXIX	Peau

Collagène Multi 5 (types I, II, III, V et X):

- **Collagène de type I** : le plus abondant dans le corps humain ; il se trouve dans la peau, plus précisément dans le derme. On le trouve également dans les tendons, les ligaments, les os et la cornée. Les cellules qui synthétisent le collagène dans l'organisme sont les fibroblastes, les chondroblastes et les ostéoblastes. Il s'agit d'un type de collagène fibrillaire et probablement du collagène le mieux étudié étant un élément clef de la composition structurale de divers tissus. Sa structure est une triple hélice dite hétérotrimère et formée par deux chaînes a1(I) identiques et une chaîne a2(I). Elle est présente dans presque tous les tissus conjonctifs et est le composant prédominant de la membrane interstitielle. Sa fonction principale est la résistance à l'étirement et, dans la plupart des organes et en particulier dans les tendons et les fascias, le collagène de type I assure la rigidité à la traction. Dans les os, il apporte des propriétés biomécaniques considérables liées à la charge, à la résistance à la traction et à la rigidité à la torsion, en particulier après la calcification ⁽⁴⁻⁶⁾.
- **Collagène de type II** : c'est la protéine la plus abondante dans le cartilage, et elle est également présente dans le corps vitré de l'œil. Il a une structure similaire à celle du collagène de type I, formant de fines fibrilles. Il est synthétisé par les chondroblastes et sa fonction principale est d'assurer la solidité des tissus sous une pression intermittente. Les propriétés lubrifiantes du cartilage sont dues aux fibres de collagène de type 2 et à l'acide hyaluronique qui forment un support sur lequel sont fixés les protéoglycanes. Le collagène de type II est principalement utilisé pour le soin des articulations ⁽⁷⁻⁹⁾.
- **Collagène de type III** : il est présent dans la peau, les tissus musculaires, les parois veineuses, les parois intestinales, et l'utérus. Il s'agit d'une molécule deux fois plus grande que les collagènes de type I et II et c'est le deuxième collagène le plus abondant dans le corps. Il est étroitement lié au collagène de type I. Ses fonctions principales sont le soutien : à l'expansion des organes, à l'intégrité structurale des artères, de l'intestin, et de l'utérus, et à la résistance des tissus ⁽¹⁰⁻¹²⁾.
- **Collagène de type V** : il fait partie du tissu interstitiel et se trouve à l'intérieur de la jonction dermo-épidermique, dans le tissu placentaire, la matrice osseuse, et la cornée. Sa fonction principale est de donner de l'élasticité aux organes et on pense qu'il agit comme l'un des facteurs régulateurs de la fibrogenèse ^(13,14).
- **Collagène de type X** : il est présent dans deux types de cartilage : hypertrophié et minéralisé. Il est synthétisé par les chondrocytes. Sa fonction principale est d'aider le cartilage à avoir de l'élasticité et de la résistance ⁽¹⁵⁻¹⁷⁾.

Collagène hydrolysé :

Il s'agit d'une protéine obtenue par un processus d'hydrolyse qui produit de petits peptides à faible poids moléculaire de 3 à 6 KDa ⁽¹⁸⁾. Cette réduction du poids moléculaire de la protéine de collagène permet une meilleure absorption et une meilleure assimilation ⁽¹⁹⁾.

Les peptides de collagène sous forme de supplément contiennent les éléments nécessaires à la réparation des tissus dans l'organisme. Le collagène permet notamment : la réparation des lésions articulaires, la récupération musculaire, la prévention de la sarcopénie liée à l'âge, et l'amélioration de la qualité de la peau, des cheveux et des ongles ^(20,21).

Avantages du collagène pour la santé :

- Santé ostéoarticulaire

Il a été démontré que le collagène contribue à maintenir l'intégrité structurale des articulations, des os et du cartilage. Avec l'âge, ces composants de l'organisme vieillissent, ce qui nous rend plus vulnérables aux blessures. Une étude a montré qu'une supplémentation en collagène alimentaire réduisait les symptômes chez les patients souffrant d'arthrose modérée à sévère du genou ⁽²²⁾.

Une autre étude a examiné les effets d'une supplémentation en collagène alimentaire chez des athlètes présentant un risque élevé de douleurs et de détérioration des articulations. Les résultats ont montré que les athlètes qui prenaient un supplément de collagène présentaient une réduction de la douleur, et peut-être un risque plus faible de détérioration des articulations plus tard dans la vie ⁽²³⁾.

- Santé de la peau

Deux essais cliniques randomisés ont démontré les bienfaits du collagène pour la peau. Ces essais ont porté sur plus de 180 femmes âgées de plus de 50 ans, dont la peau était généralement saine. Ces femmes ont été randomisées pour recevoir 2,5 g de collagène par jour pendant huit semaines. Les résultats ont montré une réduction de 32,2 % du volume

des rides, une augmentation de 65 % de la concentration en procollagène, et une augmentation de l'élasticité de la peau ^(24,25).

En outre, des études préliminaires suggèrent que les peptides de collagène peuvent améliorer l'apparence de la cellulite. L'altération de la matrice dermique, l'excès de graisse sous-cutanée faisant saillie dans le derme, et l'excès de liquide interstitiel sont les trois principaux facteurs d'apparition de la cellulite. La supplémentation en collagène peut contribuer à corriger et à améliorer la matrice extracellulaire du tissu cutané. Au total, 105 femmes âgées de 24 à 50 ans et présentant une cellulite modérée ont été randomisées pour recevoir 2,5 g de peptides de collagène bioactifs par jour ou un placebo pendant six mois. Les résultats ont montré une diminution significative de la cellulite, et une réduction des ondulations de la peau sur les cuisses des femmes de poids normal. Enfin, la densité de la peau a été significativement améliorée par rapport au placebo ⁽²⁶⁾.

Une étude récente a montré des bénéfices sur la qualité des cheveux et des ongles. Dans cette étude, 25 participants ont pris 2,5 g de peptides de collagène bioactifs pendant 24 semaines. Les résultats ont montré une augmentation moyenne de 12 % du taux de croissance des ongles, et une diminution de 42 % de la fréquence des cassures d'ongles. En outre, 64 % des participants ont obtenu une amélioration clinique globale des ongles cassants, et cet effet s'est manifesté au bout d'environ quatre semaines ⁽²⁷⁾.

- Santé intestinale

Les acides aminés jouent un rôle intéressant dans la santé digestive, même si nous avons encore beaucoup à apprendre à ce sujet. Nous savons qu'une grande partie de notre fonction immunitaire réside dans notre tube digestif et dépend de notre santé intestinale. Un système gastro-intestinal sain favorise un système immunitaire sain.

Une étude publiée en 2017 soutient l'idée que les personnes atteintes de maladies inflammatoires de l'intestin, notamment le syndrome du côlon irritable (SCI), la maladie de Crohn et la colite ulcéreuse, absorbent moins d'acides aminés. La prise d'un supplément de collagène peut améliorer les symptômes de l'inflammation, du stress oxydatif et de la mort cellulaire ⁽²⁸⁾.

- Santé cardiovasculaire

Une perte excessive de collagène combinée à une mauvaise synthèse du collagène peut affaiblir la plaque dans les artères. La plaque est alors plus susceptible de se rompre et d'obstruer les artères principales, ce qui conduit à l'athérosclérose et aux maladies cardiaques. Le maintien de niveaux sains de collagène dans l'organisme permet de conserver des artères dégagées et flexibles, facilitant ainsi une circulation sanguine saine dans tout le corps ⁽²⁹⁾.

INGRÉDIENTS - Suite:

ESM® (membrane de coquille d'œuf) : source puissante de protéines d'origine naturelle. L'ESM® fournit des glycosaminoglycanes (GAG) essentiels au maintien d'un cartilage et d'un liquide synovial sains. C'est notamment une source naturelle de glucosamine, de chondroïtine et d'acide hyaluronique. L'acide hyaluronique est abondant dans le liquide synovial, le lubrifiant présent dans la membrane qui entoure les articulations pour protéger les os, les ligaments, les tendons et les muscles des frottements qui causent la douleur et limitent la mobilité.

Avant les essais sur l'homme, des études ont été menées sur l'innocuité de la membrane interne de la coquille d'œuf ⁽³⁰⁾, sur son activité anti-inflammatoire ⁽³¹⁾ et sur le mécanisme d'action de cette activité anti-inflammatoire ⁽³²⁾.

Dans une étude clinique randomisée, en double aveugle, et contrôlée par placebo, visant à évaluer l'innocuité et l'efficacité de la membrane interne de coquille d'œuf pour le traitement de la douleur et de la raideur liées à l'arthrose du genou, une réduction de 15,9 % de la douleur et de 12,8 % de la raideur a été obtenue après seulement 10 jours de supplémentation à une dose quotidienne de 500 mg. La douleur et la raideur du genou constituent la plainte la plus fréquente des personnes souffrant de douleurs articulaires liées à l'arthrite ^(33,34).

Composition de l'ESM® :

Protéines	94%
Collagène (Types I,V,X)	35%
Élastine	4-5%
Sulfate de chondroïtine	2%
Acide hyaluronique	2%
Glucosamine	2%
Dermatane et sulfate de kératane	1%
Facteur de croissance TGF- β , IGF-1	
Acides aminés :	
-Méthionine	-Lysine
-Cystéine	-Tryptophane
Autres substances :	
-Calcitonine	-Ovocléidine
-Ovocalexine	-Desmosine
-Ovotransferrine	-Isodesmosine

En 2018, un essai clinique randomisé, en double aveugle, et contrôlé par placebo a été mené à l'UCAM (Universidad Católica San Antonio de Murcia) sur 80 patients diagnostiqués avec de l'arthrose afin d'analyser l'efficacité de l'ESM® sur les douleurs articulaires pendant une période de 8 semaines de traitement.

Les paramètres évalués étaient : la perception subjective de la douleur (échelle VAS), la capacité fonctionnelle (questionnaire WOMAC), l'évaluation de la force et de l'angle de rotation des articulations, et la qualité du sommeil (test de Pittsburgh).

Après 8 semaines d'étude, les participants traités avec ESM® ont montré une réduction de la douleur articulaire par rapport aux sujets du groupe placebo. Cette réduction de la douleur s'est accompagnée d'une amélioration de la force en raison de la réduction de la limitation fonctionnelle associée au processus inflammatoire de l'articulation.

Les groupes traités avec 300 mg et 500 mg d'ESM® ont montré une amélioration de tous les paramètres évalués. Toutefois, le groupe ayant pris 500 mg d'ESM® a montré les améliorations les plus significatives, ce qui permet d'affirmer que l'amélioration fonctionnelle des sujets est dose-dépendante.

La consommation d'ESM® pendant 8 semaines a amélioré la capacité fonctionnelle et la qualité de vie de patients diagnostiqués avec une arthrose de grade I à III. De plus, elle tend à améliorer la qualité du sommeil en raison d'une diminution des douleurs articulaires.

Enfin, la consommation quotidienne d'ESM® pendant 8 semaines n'a provoqué aucun effet indésirable chez les sujets des deux groupes de traitement.

Les conclusions sont les suivantes :

- L'ESM® a un effet positif sur la mobilité des personnes souffrant de douleurs articulaires.
- L'efficacité anti-inflammatoire de l'ESM® est fonction de la dose, de la gravité de la douleur articulaire, et de la limitation de la mobilité de la personne.
- L'ESM® augmente la synthèse de collagène par les fibroblastes de la peau.

Acide Hyaluronique : l'acide hyaluronique, ou hyaluronane (hyaluronate de sodium), est un polysaccharide composé de disaccharides polymériques répétitifs d'acide D-glucuronique et de N-acétyl-D-glucosamine. Dans le corps humain, il est synthétisé par les synoviocytes, les fibroblastes et les chondrocytes. Chez l'homme, il est présent dans tous les tissus conjonctifs et les organes, tels que la peau, le liquide synovial, les vaisseaux sanguins, le cerveau, le cartilage, les valves cardiaques, etc. ⁽³⁵⁾ Le liquide synovial présente la plus forte concentration d'acide hyaluronique et est responsable de ses propriétés viscoélastiques et lubrifiantes.

La supplémentation orale en acide hyaluronique s'est avérée efficace chez les patients souffrant d'arthrose du genou pour réduire la douleur, améliorer la fonction physique et la qualité de vie ⁽³⁶⁻³⁸⁾.

L'acide hyaluronique a été confirmé comme un élément indispensable au maintien de l'hydratation interne de la peau. Selon plusieurs études, les personnes qui ingèrent de l'acide hyaluronique pendant quatre semaines présentent une peau plus hydratée, une réduction des rides et une amélioration globale de leur apparence ^(39,40).

Vitamine C : elle joue un rôle clé dans la synthèse du collagène. Elle a un effet positif sur le tissu conjonctif car elle participe à la formation du collagène, qui est essentiel au bon fonctionnement des os, des dents, du cartilage, des gencives, de la peau et des vaisseaux sanguins ⁽⁴¹⁾.

La vitamine C peut accélérer la guérison des os après une fracture ou des lésions musculosquelettiques en augmentant la synthèse du collagène de type I et en réduisant les paramètres du stress oxydatif ^(42,43).

La peau, dans des conditions normales, contient de fortes concentrations de vitamine C, qui remplit des fonctions importantes en stimulant la synthèse du collagène et en contribuant à la protection antioxydante contre les dommages induits par les UV ^(44,45).

Magnésium : environ 60 % du magnésium présent dans l'organisme se trouve dans les os, notamment la matrice osseuse, 26 % dans les muscles et le reste dans les tissus mous et les fluides corporels.

Le magnésium est essentiel pour le métabolisme et l'absorption corrects du calcium. Ce minéral joue un rôle très important au niveau cellulaire, car il régule le flux de calcium dans les cellules et, avec le calcium produit l'ATP, l'énergie nécessaire aux cellules pour assurer toutes les fonctions corporelles. Il est également essentiel dans la transmission des impulsions nerveuses, en particulier au niveau intracellulaire. Aussi, c'est un cofacteur dans de nombreux processus enzymatiques nécessaires à l'utilisation de l'énergie cellulaire, ce qui explique la nécessité de concentrations élevées de magnésium dans les cellules ⁽⁴⁶⁻⁴⁸⁾.

Une carence se traduit par de la faiblesse, de la fatigue, de l'anxiété, de l'apathie, de la dépression, de l'insomnie, de l'irritabilité, des problèmes cardiaques, une prédisposition au stress, ainsi que des problèmes de contraction musculaire. Les éventuelles carences en ce minéral sont plus fréquentes chez les personnes âgées et chez les femmes pendant la période prémenstruelle. De fait, la carence en magnésium est associée au syndrome prémenstruel. Des études ont montré que la prise de magnésium réduit la nervosité, la sensibilité des seins, la prise de poids, la fatigue et les maux de tête pendant le syndrome prémenstruel ^(46,49).

Par ailleurs, le magnésium a une action calmante et donc un effet positif sur les états de stress. Il améliore l'activité du muscle cardiaque et régule les graisses et le glucose dans le sang ^(47,50).

Cuivre : il est nécessaire à la structure du collagène et de l'élastine dans la matrice osseuse ^(51,52). Le rôle du cuivre dans le métabolisme osseux est lié à l'enzyme lysyl-oxydase dont il est un cofacteur. L'enzyme lysyl-oxydase est nécessaire à la formation de liaisons transversales dérivées de la lysine dans le collagène et l'élastine ⁽⁵³⁾. Des études animales ont montré que l'activité de cette enzyme augmente en réponse à un apport accru en cuivre ⁽⁵⁴⁾. Elle joue également un rôle clé dans l'inhibition de la résorption osseuse ⁽⁵⁵⁾.

Dans la peau, le cuivre stimule la prolifération des fibroblastes dermiques ⁽⁵⁶⁾, régule la production de collagène (types I, II et V) et de composants d'élastine ⁽⁵⁷⁾, stabilise la matrice extracellulaire de la peau une fois formée, car il y a une augmentation de la réticulation des matrices de collagène et d'élastine de manière dépendante de la dose de cuivre ⁽⁵⁸⁾. Le cuivre sert de cofacteur à la superoxyde dismutase, une enzyme antioxydante présente dans la peau et importante pour la protection contre les radicaux libres ⁽⁵⁹⁾ ; il sert aussi de cofacteur à la tyrosinase, une enzyme essentielle à la biosynthèse de la mélanine responsable de la pigmentation de la peau et des cheveux ⁽⁶⁰⁾.

Silice : la silice accélère la réparation du tissu conjonctif, lui conférant force et élasticité. Une étude visant à déterminer l'association entre la silice et la santé osseuse a conclu qu'un apport plus élevé en silicium pourrait avoir des effets sains sur le tissu osseux. Les raisons sont que le silicium stimule la production d'ostéoblastes, neutralise les radicaux hydroxyles, et participe à la formation du collagène de type I tout en favorisant sa stabilité structurelle ⁽⁶¹⁻⁶⁵⁾.

Dans la peau, le silicium est important pour une synthèse optimale du collagène et pour l'activation des enzymes d'hydroxylation, ce qui améliore la résistance et l'élasticité de la peau. Il a été démontré que les concentrations physiologiques d'acide orthosilicique stimulent les fibroblastes à sécréter du collagène de type I ⁽⁶⁶⁾. Il est suggéré qu'une

Collagène Multi 5

Code: FF3169 – 330 g



teneur plus élevée en silicium dans la fibre capillaire entraîne un taux de chute plus faible et une plus grande brillance des cheveux. Le silicium est un minéral prédominant dans la composition des ongles et sa concentration joue sur leur état ^(67,68). Le collagène associé au silicium améliore significativement la fermeté et l'élasticité de la peau, réduisant ainsi les rides du visage ⁽⁶⁹⁾.

Bore : il est essentiel dans le métabolisme du calcium, du phosphore, du magnésium et de la vitamine D3. Il influence le métabolisme minéral en améliorant l'absorption du calcium notamment en réduisant son excrétion urinaire. Il semble également agir sur le renouvellement du collagène, car la consommation de bore augmente la synthèse du collagène, ce qui pourrait contribuer à la formation des os ⁽⁷⁰⁻⁷²⁾.

Acide malique : il s'agit d'un acide faible – qui se dissocie peu – présent dans certains fruits, tels que les pommes et les poires. La médecine traditionnelle utilisait le vinaigre de cidre de pomme en application locale et en interne pour traiter les rhumatismes douloureux. L'acide malique ou malate une base biochimique importante pour initier le cycle de Krebs, la clé de la production d'énergie. Des études ont montré qu'une supplémentation en acide malique augmente la quantité de malate dans les mitochondries et accroît donc la capacité de production d'énergie de la cellule, réduisant ainsi la fatigue et améliorant la tolérance à l'effort ^(73,74).

Harpagophytum (*Harpagophytum procumbens*) : cette plante aussi appelée griffe du diable possède des propriétés analgésiques et anti-inflammatoires attribuées à sa forte concentration en glycosides iridoïdes (harpagosides), dont la principale fonction est d'inhiber la libération de protéines de signalisation cellulaire (cytokines telles que IL1- β , TNF- α) qui contribuent au processus inflammatoire ⁽⁷⁶⁾. En inhibant la libération de ces médiateurs, l'harpagophytum inhibe les processus cataboliques qui conduisent à la dégradation du cartilage articulaire, rétablissant ainsi l'équilibre entre les processus cataboliques et anaboliques de la matrice extracellulaire dans l'articulation ^(75,76).

Références :

- 1) Mouw, Janna K., Guanqing Ou, and Valerie M. Weaver. "Extracellular matrix assembly: a multiscale deconstruction." *Nature reviews Molecular cell biology* 15.12 (2014): 771-785.
- 2) Owczarzy, Aleksandra, et al. "Collagen-structure, properties and application." *Engineering of Biomaterials* 23.156 (2020).
- 3) Elsevier Connect. Colágenos: tipos, composición, características y distribución en tejidos. [en línea]. Disponible en <https://www.elsevier.com/es/connect/medicina/colagenos-tipos-composicion-distribucion-tejidos>
- 4) Henriksen, K., and M. A. Karsdal. "Type I collagen." *Biochemistry of collagens, laminins and elastin*. Academic Press, 2016. 1-11.
- 5) Franchi, Marco, et al. "Collagen structure of tendon relates to function." *The Scientific World Journal* 7 (2007): 404-420.
- 6) Gelse, Kolja, E. Pöschl, and T. Aigner. "Collagens—structure, function, and biosynthesis." *Advanced drug delivery reviews* 55.12 (2003): 1531-1546.
- 7) Gudmann, N. S., and M. A. Karsdal. "Type II collagen." *Biochemistry of collagens, laminins and elastin*. Academic Press, 2016. 13-20.
- 8) Park, Kyung-Su, et al. "Type II collagen oral tolerance; mechanism and role in collagen-induced arthritis and rheumatoid arthritis." *Modern rheumatology* 19.6 (2009): 581-589.
- 9) Chiu, Li-Hsuan, et al. "The effect of type II collagen on MSC osteogenic differentiation and bone defect repair." *Biomaterials* 35.9 (2014): 2680-2691.
- 10) Nielsen, M. J., and Morten Asser Karsdal. "Type III collagen." *Biochemistry of Collagens, Laminins and Elastin*. Academic Press, 2016. 21-30.
- 11) Wang, Chao, et al. "Type III collagen is a key regulator of the collagen fibrillar structure and biomechanics of articular cartilage and meniscus." *Matrix Biology* 85 (2020): 47-67.
- 12) Wang, Chao, et al. "Type III collagen is a key regulator of the collagen fibrillar structure and biomechanics of articular cartilage and meniscus." *Matrix Biology* 85 (2020): 47-67.
- 13) Mak, Ki M., Chien Yi M. Png, and Danielle J. Lee. "Type V collagen in health, disease, and fibrosis." *The Anatomical Record* 299.5 (2016): 613-629.
- 14) Leeming, D. J., and M. A. Karsdal. "Type V collagen." *Biochemistry of collagens, laminins and elastin*. Academic Press, 2016. 43-48.
- 15) Schmid, Thomas M., and Thomas F. Linsenmayer. "Type X collagen." *Structure and function of collagen types* (1987): 223-259.
- 16) Shen, G. "The role of type X collagen in facilitating and regulating endochondral ossification of articular cartilage." *Orthodontics & craniofacial research* 8.1 (2005): 11-17.
- 17) Gudmann, N. S., and M. A. Karsdal. "Type X collagen." *Biochemistry of collagens, laminins and elastin*. Academic Press, 2016. 73-76.
- 18) León-López, Arely, et al. "Hydrolyzed collagen—Sources and applications." *Molecules* 24.22 (2019): 4031.
- 19) Skov, Kathrine, et al. "Enzymatic hydrolysis of a collagen hydrolysate enhances postprandial absorption rate—a randomized controlled trial." *Nutrients* 11.5 (2019): 1064.
- 20) Kwatra, Bharat. "Collagen supplementation: therapy for the prevention and treatment of osteoporosis and osteoarthritis: a review." *WORLD J. Pharm. Pharm. Sci* 9 (2020): 589-604.
- 21) Lupu, Mihaela-Adi, et al. "Beneficial effects of food supplements based on hydrolyzed collagen for skin care." *Experimental and therapeutic medicine* 20.1 (2020): 12-17.
- 22) Lugo, James P., Zainulabedin M. Saiyed, and Nancy E. Lane. "Efficacy and tolerability of an undenatured type II collagen supplement in modulating knee osteoarthritis symptoms: a multicenter randomized, double-blind, placebo-controlled study." *Nutrition journal* 15.1 (2015): 1-15.
- 23) Clark, Kristine L., et al. "24-Week study on the use of collagen hydrolysate as a dietary supplement in athletes with activity-related joint pain." *Current medical research and opinion* 24.5 (2008): 1485-1496.
- 24) Proksch, E., et al. "Oral supplementation of specific collagen peptides has beneficial effects on human skin physiology: a double-blind, placebo-controlled study." *Skin pharmacology and physiology* 27.1 (2014): 47-55.
- 25) Proksch, Ehrhardt, et al. "Oral intake of specific bioactive collagen peptides reduces skin wrinkles and increases dermal matrix synthesis." *Skin pharmacology and physiology* 27.3 (2014): 113-119.
- 26) Schunck, Michael, et al. "Dietary supplementation with specific collagen peptides has a body mass index-dependent beneficial effect on cellulite morphology." *Journal of medicinal food* 18.12 (2015): 1340-1348.
- 27) Hexsel, Doris, et al. "Oral supplementation with specific bioactive collagen peptides improves nail growth and reduces symptoms of brittle nails." *Journal of cosmetic dermatology* 16.4 (2017): 520-526.
- 28) Liu, Yulan, Xiuying Wang, and Chien-An Andy Hu. "Therapeutic potential of amino acids in inflammatory bowel disease." *Nutrients* 9.9 (2017): 920.
- 29) Kothapalli, Devashish, et al. "Cardiovascular protection by ApoE and ApoE-HDL linked to suppression of ECM gene expression and arterial stiffening." *Cell reports* 2.5 (2012): 1259-1271.
- 30) Ruff, Kevin J., et al. "Safety evaluation of a natural eggshell membrane-derived product." *Food and chemical toxicology* 50.3-4 (2012): 604-611.
- 31) Benson, Kathleen F., Kevin J. Ruff, and Gitte S. Jensen. "Effects of natural eggshell membrane (NEM) on cytokine production in cultures of peripheral blood mononuclear cells: increased suppression of tumor necrosis factor- α levels after in vitro digestion." *Journal of medicinal food* 15.4 (2012): 360-368.
- 32) Ruff, Kevin J., and Dale P. DeVore. "Reduction of pro-inflammatory cytokines in rats following 7-day oral supplementation with a proprietary eggshell membrane-derived product." *Modern Research in Inflammation* 3.1 (2014): 19-25.
- 33) Ruff, Kevin J., et al. "Eggshell membrane in the treatment of pain and stiffness from osteoarthritis of the knee: a randomized, multicenter, double-blind, placebo-controlled clinical study." *Clinical rheumatology* 28.8 (2009): 907-914.
- 34) Ruff, Kevin J., et al. "Eggshell membrane: a possible new natural therapeutic for joint and connective tissue disorders. Results from two open-label human clinical studies." *Clinical interventions in aging* 4 (2009): 235-240.
- 35) Laurent, Torvard C., and J. Robert E. Fraser. "Hyaluronan 1." *The FASEB journal* 6.7 (1992): 2397-2404.
- 36) Kalman, Douglas S., et al. "Effect of a natural extract of chicken combs with a high content of hyaluronic acid (Hyal-Joint®) on pain relief and quality of life in subjects with knee osteoarthritis: a pilot randomized double-blind placebo-controlled trial." *Nutrition journal* 7.1 (2008): 1-9.
- 37) Oe, Mariko, et al. "Oral hyaluronan relieves knee pain: a review." *Nutrition journal* 15.1 (2015): 1-10.
- 38) Guadagna, Simone, et al. "Oral hyaluronan for the treatment of knee osteoarthritis: a systematic review." *Progr Nutr* 20 (2018): 537-44.
- 39) de Miranda, Roseane B., Patrícia Weimer, and Rochele C. Rossi. "Effects of hydrolyzed collagen supplementation on skin aging: a systematic review and meta-analysis." *International Journal of Dermatology* 60.12 (2021): 1449-1461.
- 40) Hsu, Tzu-Fang, et al. "Oral hyaluronan relieves wrinkles and improves dry skin: A 12-week double-blinded, placebo-controlled study." *Nutrients* 13.7 (2021): 2220.
- 41) Murad, S., et al. "Regulation of collagen synthesis by ascorbic acid." *Proceedings of the National Academy of Sciences* 78.5 (1981): 2879-2882.
- 42) Aghajanian, Patrick, et al. "The roles and mechanisms of actions of vitamin C in bone: new developments." *Journal of Bone and Mineral Research* 30.11 (2015): 1945-1955.
- 43) DePhillipo, Nicholas N., et al. "Efficacy of vitamin C supplementation on collagen synthesis and oxidative stress after musculoskeletal injuries: a systematic review." *Orthopaedic journal of sports medicine* 6.10 (2018): 2325967118804544.
- 44) Pullar, Juliet M., Anitra C. Carr, and Margaret CM Vissers. "The roles of vitamin C in skin health." *Nutrients* 9.8 (2017): 866.
- 45) Shamloul, Norhan, et al. "The role of vitamins and supplements on skin appearance." *Cutis* 104.4 (2019): 220-224.
- 46) Seelig, Mildred S. "Consequences of magnesium deficiency on the enhancement of stress reactions; preventive and therapeutic implications (a review)." *Journal of the American College of Nutrition* 13.5 (1994): 429-446.
- 47) Golf, S. W., S. Bender, and J. Grüttner. "On the significance of magnesium in extreme physical stress." *Cardiovascular Drugs and Therapy* 12.2 (1998): 197-202.
- 48) Reinhart, Richard A. "Magnesium metabolism: a review with special reference to the relationship between intracellular content and serum levels." *Archives of internal medicine* 148.11 (1988): 2415-2420.
- 49) Laires, Maria José, Cristina Paula Monteiro, and Manuel Bicho. "Role of cellular magnesium in health and human disease." *Front Biosci* 9 (2004): 262-276.

- 50) Bo, Simona, and Elisabetta Pisu. "Role of dietary magnesium in cardiovascular disease prevention, insulin sensitivity and diabetes." *Current opinion in lipidology* 19.1 (2008): 50-56.
- 51) Harris, Edward D., et al. "Copper and the synthesis of elastin and collagen." *Ciba Foundation Symposium*. Vol. 79. 1980.
- 52) Zanuy, M^A Valero, and F. Hawkins Carranza. "Influencia de la dieta en la salud ósea." *Revista española de enfermedades metabólicas óseas* 15.5 (2006): 98-104.
- 53) Rucker, Robert B., et al. "Copper, lysyl oxidase, and extracellular matrix protein cross-linking." *The American journal of clinical nutrition* 67.5 (1998): 996S-1002S.
- 54) Opsahl, William, et al. "Role of copper in collagen cross-linking and its influence on selected mechanical properties of chick bone and tendon." *The Journal of nutrition* 112.4 (1982): 708-716.
- 55) Wilson, T., J. M. Katz, and D. H Gray. "Inhibition of active bone resorption by copper." *Calcified tissue international* 33.1 (1981): 35-39.
- 56) Philips, Neena, et al. "Stimulation of cell proliferation and expression of matrixmetalloproteinase-1 and interleukin-8 genes in dermal fibroblasts by copper." *Connective tissue research* 51.3 (2010): 224-229.
- 57) Philips, Neena, et al. "Beneficial regulation of fibrillar collagens, heat shock protein-47, elastin fiber components, transforming growth factor-β1, vascular endothelial growth factor and oxidative stress effects by copper in dermal fibroblasts." *Connective tissue research* 53.5 (2012): 373-378.
- 58) Kothapalli, Chandrasekhar R., and Anand Ramamurthi. "Copper nanoparticle cues for biomimetic cellular assembly of crosslinked elastin fibers." *Acta biomaterialia* 5.2 (2009): 541-553.
- 59) Sheng, Yuewei, et al. "Superoxide dismutases and superoxide reductases." *Chemical reviews* 114.7 (2014): 3854-3918.
- 60) Olivares, Concepcion, and Francisco Solano. "New insights into the active site structure and catalytic mechanism of tyrosinase and its related proteins." *Pigment cell & melanoma research* 22.6 (2009): 750-760.
- 61) Gierlinger, Notburga, Lanny Sapei, and Oskar Paris. "Insights into the chemical composition of Equisetum hyemale by high resolution Raman imaging." *Planta* 227.5 (2008): 969-980.
- 62) Jugdaohsingh, Ravin, et al. "Dietary silicon intake is positively associated with bone mineral density in men and premenopausal women of the Framingham Offspring cohort." *Journal of Bone and Mineral Research* 19.2 (2004): 297-307.
- 63) Jugdaohsingh, Ravin. "Silicon and bone health." *The journal of nutrition, health & aging* 11.2 (2007): 99.
- 64) Jugdaohsingh, R., et al. "Silicon intake is a major dietary determinant of bone mineral density in men and pre-menopausal women of the Framingham Offspring Cohort." *Bone*. Vol. 32. No. 5. 360 PARK AVE SOUTH, NEW YORK, NY 10010-1710 USA: ELSEVIER SCIENCE INC, 2003.
- 65) Macdonald, H. M., et al. "Dietary silicon intake is associated with bone mineral density in premenopausal women and postmenopausal women taking HRT." *Journal of Bone and Mineral Research*. Vol. 20. No. 9. 2025 M ST, NW, STE 800, WASHINGTON, DC 20036-3309 USA: AMER SOC BONE & MINERAL RES, 2005.
- 66) Reffitt, D. M., et al. "Orthosilicic acid stimulates collagen type 1 synthesis and osteoblastic differentiation in human osteoblast-like cells in vitro." *Bone* 32.2 (2003): 127-135.
- 67) Wickett, R. R., et al. "Effect of oral intake of choline-stabilized orthosilicic acid on hair tensile strength and morphology in women with fine hair." *Archives of dermatological research* 299.10 (2007): 499-505.
- 68) Barel, Andre, et al. "Effect of oral intake of choline-stabilized orthosilicic acid on skin, nails and hair in women with photodamaged skin." *Archives of dermatological research* 297.4 (2005): 147-153.
- 69) Duteil, Luc, et al. "Effect of low dose type I fish collagen peptides combined or not with silicon on skin aging signs in mature women." *JOJ Case Stud* 6.4 (2018): 001-005.
- 70) Crespo, E. "El boro, elemento nutricional esencial en la funcionalidad ósea." *Rev EspCirOsteoart* 206 (2001): 88-95.
- 71) Aşkar, Tünay Konaş, E. R. Hilal, and Ruken Esra Demirdöğen. "The Effects of Boron on Bone Metabolism as a Nutraceutical: A Review." *Avrasya Sağlık Bilimleri Dergisi* 1.1 (2018): 7-12.
- 72) Naghii, M. R. "The significance of dietary boron, with particular reference to athletes." *Nutrition and Health* 13.1 (1999): 31-37.
- 73) Werbach, Melvyn R. "Nutritional strategies for treating chronic fatigue syndrome." *Alternative Medicine Review* 5.2 (2000): 93-108.
- 74) Sahley, Billie Jay, Katherine M. Birkner, and Katherine M. Birkner. *Malic Acid and Magnesium for Fibromyalgia and Chronic Pain Syndrome*. Pain & Stress Publications, 1999.
- 75) Álamo, C., et al. "Propiedades antiinflamatorias de *Harpagophytum procumbens*: ¿usos tradicionales o evidencia científica?." *Revista de fitoterapia* 4.2 (2004): 155-156.
- 76) Gil, M^a Esperanza Crespo, and María Concepción Navarro Moll. "La raíz de harpagofito en el tratamiento de las afecciones reumáticas." *Revista de fitoterapia* 12.1 (2012): 5-20.