

特集 スポーツと機能性食品

8. 関節のスポーツ障害に対するサプリメント効果

橋本 美津代¹⁾ 前 達雄²⁾ 中田 研³⁾

¹⁾ 関西労災病院勤労者予防医療センター

²⁾ 関西労災病院スポーツ整形外科

³⁾ 大阪大学大学院医学系研究科器官制御外科学(整形外科) スポーツクリニック

近年、健康意識の高まりとメタボリックシンドロームの概念の普及、さらには社会全体の高齢化に伴い、スポーツに参加する中高齢者が増加している。その結果、腰や膝、肩などに疼痛を訴える人が増加している。これらの痛みに対し、各種の機能性食品が販売されているが、その有効性については諸説がある。そこで本稿では、軟骨や腱に含まれるグルコサミンとコンドロイチンに注目した。グルコサミンやコンドロイチンは、体内でも産生されているが、加齢に伴って産生が低下し、軟骨や腱が変性する。そこで、それらの摂取は、変性を予防する上で効果が期待でき、効率的に摂取するにはサプリメントの利用がよい。これらの適切な摂取、特にグルコサミン硫酸の摂取にて、疼痛緩和作用が証明されている。さらには、グルコサミンとコンドロイチン硫酸の併用にて、効果が増強することもわかっており、これらの摂取はスポーツ障害の予防、疼痛緩和に有効であると考えられる。

●キーワード 関節障害、グルコサミン、コンドロイチン硫酸、サプリメント

はじめに

近年、高齢化社会を迎えており、中高齢者の人口割合が増加している。また、健康に対する意識の高まりや余暇時間の利用の増加もあり、多くの中高齢者がスポーツに

参加し、スポーツ障害が増加している。障害を訴える部位としては、腰や膝、肩などが多く、原因としては、加齢による変性が各部位にあり、過度に使用した結果、若いころには生じなかった疼痛を感じるようになるものと考えられている。これらの障害に対し、機能性食品として、グルコサミン、

コンドロイチン、コラーゲン、ヒアルロン酸などの効果が注目されており、様々なサプリメントとして販売されている。しかし、実際の効果に関しては未だ不明な点が多い。本稿では、膝関節障害の治療において、特に注目されるグルコサミンとコンドロイチンの効果について紹介する。

1 グルコサミン

グルコサミンは軟骨や腱などの結合組織を構成するプロテオグリカン（ムコ多糖蛋

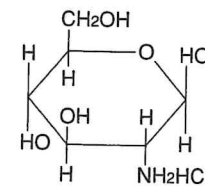


図1 グルコサミンの構造

白質)の成分になるブドウ糖に、アミノ酸が結合したアミノ糖である(図1, 2)。ヒトはグルコサミンを魚や肉などに含まれるプロテオグリカンから摂取しており、一部が腸内細菌により分解され、体内に吸収され、生体内でグルタミンとフルクトース-6-リン酸から合成される(図3)。合成されたグルコサミンは、結合組織や軟骨などでは、コラーゲン線維や水分子とともに細胞外マトリックスを構成し、柔軟性や弾力性を保っている。しかし、加齢とともにその合成能力は低下し、結果として軟骨や腱などの変性という加齢変化が生じる。したがって、このグルコサミンの摂取は組織の変性を遅らせ、関節症性変化の予防につながることを期待される。食生活では、グルコサミンは、山芋、オクラなどのネバネバ成分であるムコ多糖類などに多く含まれるので、これらの摂取でもグルコサミンを摂取することが

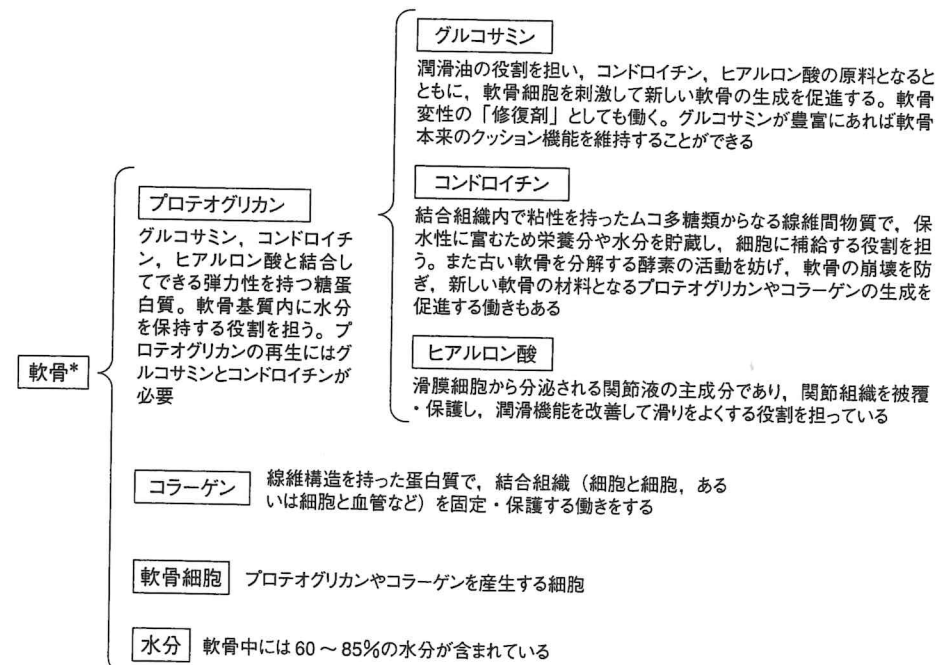


図2 軟骨の組成とそれらの役割
(腎不全と健康食品・サプリメント・OTC薬より)

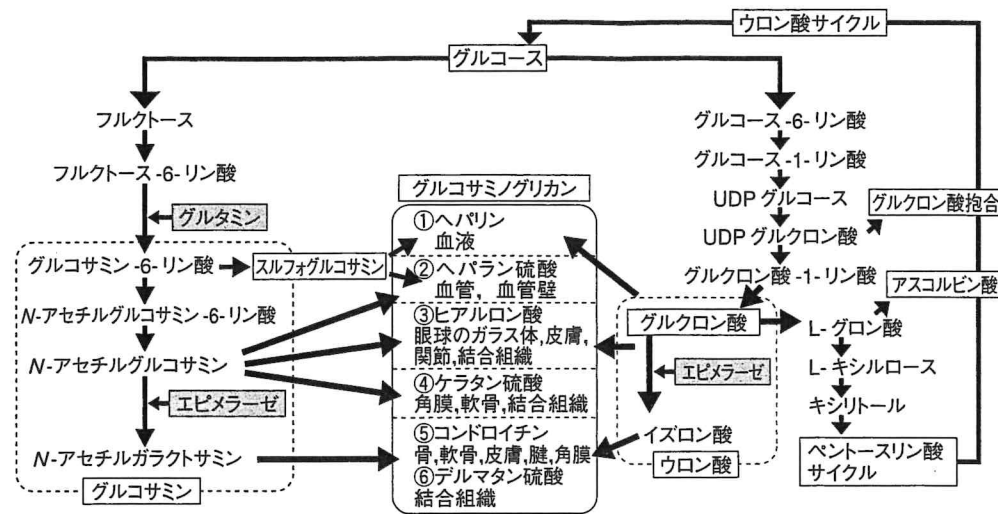


図3 グルコサミン代謝経路 (文献1より引用)

できる。しかし、さらに確実に、かつ定期的な摂取が変性の予防や防止に重要との考えから、サプリメントとして販売されている。その原料としては、我々が食生活から摂取しにくい、カニやエビの甲羅から抽出したキチン質が用いられているものが多い。

2 コンドロイチン硫酸

コンドロイチン硫酸は、軟骨や結合組織、粘液に含まれるムコ多糖類の一種で、体内では、皮膚、眼球、軟骨、靭帯、血管壁、粘液などに分布している。結合している硫酸基の位置と数から、現在までに5種類のコンドロイチン硫酸が存在することがわかっている。関節軟骨に多く含まれているのは、コンドロイチン4硫酸(図4)とコンドロイチン6硫酸であり、摂取した食事からN-アセチルガラクトサミンの代謝産物として生合成される(図3)。生成されたコンドロイチン硫酸は、軟骨においてはコラーゲンとともに結合組織を構成し、保水性や弾力性に寄与している。また、骨へのカルシ

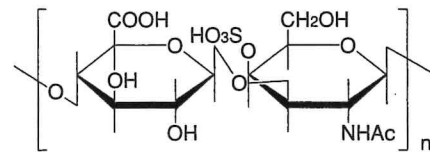


図4 コンドロイチン4硫酸

ウム沈着を促し、骨粗鬆症予防などの働きもしている。しかし、コンドロイチン硫酸も加齢により生成が低下し、関節軟骨や靭帯などの変性が生じると考えられており、その摂取が必要である。一般食品においては、納豆、山芋、オクラ、なめこ、海藻、ふかひれ、燕の巣、スッポンなどネバネバしたものに少量含まれる。一方、サプリメントとして販売されているものは、サメの軟骨、ウシやブタなどの気管支軟骨などから精製されている。

3 日本におけるサプリメント製品の選択

グルコサミンのサプリメントには塩酸塩と硫酸塩があり、やや効果が異なっている。

表1 グルコサミンサプリメントの比較

商品名	社名	1日摂取量におけるグルコサミン含有量(1日量)	形状	含有物(その他の機能性食品の添加)	摂取方法	栄養成分(1日量あたり)	価格(1日量・税込み)
ネイチャーメイドグルコサミン	大塚製薬	1,500mg(6粒)	精円錠剤(1粒14mm×7.9mm)	なし	指示なし	エネルギー:10.6kcal, 蛋白質0.7g, 脂質:0.1g, 炭水化物:1.8g	58.8円
グルコサミン	キリンヤクルトネクストステージ	1,500mg(14粒中)	三角形錠剤(1辺10mm)	コンドロイチン硫酸40mg, ヒアルロン酸0.5mg	1日あたり10~14粒を、水などで飲む、噛んでも可	エネルギー:14.1kcal, 蛋白質0.6g, 脂質:0.1g, 炭水化物:2.69g	110.25円
グルコサミン	DHC	1,680mg(4粒中)	円形錠剤(直径約1.0cm)	なし	食後水などで、1日量を1回で飲むでも、数回に分けて可	エネルギー:9.3kcal, 蛋白質0.67g, 脂質:0.11g, 炭水化物:1.40g	30.1円
らくらくサポート	森永乳業	1,500mg(125mL中)	液体(1本125mL)	コンドロイチン硫酸150mg	とりやすい時間帯に毎日	エネルギー:49kcal, 蛋白質0.8g, 脂質:0g, 炭水化物:11.4g	110円
じんわりめぐるグルコサミンとヒアルロン酸	アサヒフードアンドヘルスケア	1,500mg(4.0g中)	顆粒(1袋4.0g)	ヒアルロン酸25mg	100mL程度の水やお湯に溶かして。ヨーグルトに混ぜても可	エネルギー:16kcal, 蛋白質0.65g, 脂質:0g, 炭水化物:3.3g	77.7円

表2 コンドロイチン硫酸サプリメントの比較

商品名	社名	1日摂取量におけるコンドロイチン硫酸含有量(1日量)	形状	含有物(その他の機能性食品の添加)	摂取方法	栄養成分(1日量あたり)	価格(1日量・税込み)
グルコサミン&コンドロイチン	味の素	170mg(8粒)	円形錠剤(直径9mm)	グルコサミン1,500mg	水などと一緒に。噛まずに	エネルギー:9.2 kcal, 蛋白質0.04g, 脂質:0.06g, 炭水化物:2.61g	157.5円
トリプルフレックス	大塚製薬	342.5mg(5粒)	円形錠剤(直径14mm)	グルコサミン1,250mg, ビタミンD 10μg	指示なし	エネルギー:10.2kcal, 蛋白質0.92g, 脂質:0.03g, 炭水化物:1.57g	134円
コンドロイチン硫酸	小林製薬	280mg(4粒)	円形錠剤(直径8.5mm)	なし	水などと一緒に。分けて飲んでも可	エネルギー:2.9kcal, 蛋白質0.1g, 脂質:0.1g, 炭水化物:0.5g	70円
グルコサミン&コンドロイチン顆粒	サントリー	120mg(3.2g) ※サメ軟骨粉末(コンドロイチン含有) 300mgと表示	顆粒(1包1.6g)	グルコサミン1,200mg, ケルセチンプラス45mg	水やジュース、ヨーグルトなどに溶かして。	エネルギー:12.0kcal, 蛋白質:0.65g, 脂質:0~0.03g, 炭水化物:2.33g	168円

日本で販売されているサプリメントは、ほとんどがグルコサミン塩酸塩で、グルコサミン硫酸塩より低分子なため吸収が良いとされている。サプリメントの摂取は、日常生活において不足する栄養素の補給を目的としているが、多く摂取すれば効果が大きいというわけでもない。ラットを用いた実験では、体重1kgあたりグルコサミン5g以上の摂取にて毒性が確認されており²⁾、適切な投与量の設定が必要である。一方で、

変形性膝関節症患者に対し、1日1,000~1,500mgを8週間投与したところ、疼痛の軽減が認められ、かつ副作用がなかったという報告がある²⁾。各メーカーは、塩酸塩を基本とし1日の摂取量を1,500~1,680mgとほぼ同程度に設定しているが、摂取方法を工夫して特色を出している(表1)。サプリメントの形状に関して、大塚製薬、DHC、キリンヤクルトネクストステージのものは錠剤であるのに対し、森永乳業のものは液

体、アサヒフードアンドヘルスケアのものは顆粒と、好みに合わせて選択可能である。錠剤では、1日の摂取錠数が4~14錠と製品により差があり、1剤の大きさも様々なものがある。錠剤の服用が苦手な場合は液体も選択でき、森永乳業は1回摂取量が125mLで適度な量と考えられる。容器入りの液体製品は、携帯しにくい場合もあり、顆粒という選択もある。顆粒は携帯が容易であり、液体に溶かして飲むこともでき、利用価値が高い。さらに、サプリメントの中には、グルコサミンだけでなく、ヒアルロン酸やコンドロイチン硫酸を含有したものもある。多種類のサプリメントを一度に摂取できる利点があるが、その分価格がやや高価になっている。

コンドロイチン硫酸の摂取量に関しては、その疼痛効果が強く発揮される適切な量を決定するに足りる報告はなく、各社は1日摂取量を170~340mgと、独自で設定している(表2)。コンドロイチンも、グルコサミンベースのサプリメントと同様に錠剤と顆粒があるので、自分にあった摂取方法を考慮した上で、他の含有物の有無や価格を参考にして選択するのがよい。余談ではあるが、製品によっては、コンドロイチン硫酸含有量を、「サメ軟骨(コンドロイチン硫酸含有)〇〇mg」といったように、コンドロイチン硫酸の含有量でなく、原材料で表示をしている商品があるため、含有量を正確に把握する際には注意を要する。

4 サプリメントの有用性

関節の軟骨は、過度の運動や加齢により変性していくと、軟骨の主成分であるプロテオグリカンの水分保持能力が低下し、軟骨の弾力性が失われ磨耗しやすくなる。磨耗が起こると、関節炎(滑膜炎)を発症し、

腫れや痛みや熱感が生じる。グルコサミンは軟骨細胞を刺激してプロテオグリカンの生成を促進し、炎症や疼痛を和らげることから、欧米では変形性関節症の治療薬として用いられ、日本にもその利用が広がってきた。変形性膝関節症の中等度の疼痛に対しては疼痛緩和の効果が証明されているが、重篤で慢性的な骨関節炎の痛みに対しては効果がないとされている^{3,9)}。また、これらの報告は硫酸塩に対するもので、塩酸塩に関しては有効性が確立されていないが、日本で販売されているグルコサミン塩酸塩については、炎症局所において、好中球やマクロファージなどに浸潤し、炎症性メディエーターに作用することで、炎症を抑制している可能性があるという報告がある^{5,7)}。したがって、グルコサミンをサプリメントとして摂取することは、運動による使いすぎや加齢により生じた変性軟骨の修復に役立つ可能性が大きいと考える。グルコサミン摂取により、疼痛の緩和などの利点も多いが、副作用として、血糖値、血圧、血中コレステロールおよびトリグリセリド値の上昇などがあり、さらには、ワーファリンを服用中の場合、PT-INR(プロトロンビン時間-国際標準化比)値を上昇させ、出血傾向が強くなったという報告もあり、糖尿病、脂質代謝異常症のある方や抗凝固剤服用が必要な基礎疾患を持っている方は、担当医師に確認する必要がある⁸⁾。また甲殻類アレルギーや喘息の既往のある方は、アレルギー反応の危険性があり、摂取は望ましくないと考える。

次に、コンドロイチン硫酸は、成長期には体内で十分に生成されるが、加齢に伴い生合成が低下し、関節軟骨や靭帯などの変性が生じる。しかし、単なる経口摂取では、体内での生成量が増加することは確認されておらず、変形性膝関節症患者に対する疼

痛緩和の有効性も乏しい^{9,10)}。コンドロイチン硫酸は、グルコサミン硫酸との併用にて疼痛緩和の相乗効果がみられたという報告もあるように、単剤ではなく、グルコサミンと同時に摂取することで効果が発揮されるようである¹¹⁾。このように、グルコサミンやコンドロイチン硫酸の関節症に対するサプリメント効果は、その明確な機序は未だ明らかではないが、臨床上の効果が多くの報告にて実証されてきた。しかし、変形性膝関節症に対するサプリメントの限界として、グルコサミン摂取は膝の筋力トレーニングを含めたエクササイズを行った場合以上の効果は期待できないという報告もあり、サプリメントのみに依存するのではなく、有効なサプリメント摂取とともに、関節と筋肉の柔軟性や筋力の維持といった適度なエクササイズやコンディショニングが重要であると考え¹²⁾。

おわりに

機能性食品に関する研究の進歩とその生合成技術の向上などにより、多くのサプ

リメントが販売されている。スポーツ障害を対象にしたサプリメントも多く存在するが、それぞれに利点と欠点があり、むやみに摂取することは合併症が生じる可能性もあり望ましくない。今回、その代表的なサプリメントとして、グルコサミンとコンドロイチン硫酸を取り上げたが、この2種類の作用に関してはかなり多くの報告がなされており、安全性や疼痛緩和作用においてエビデンス(根拠)があると考えられる。したがって、効果がはっきりしているサプリメントを選択し、さらに適度なエクササイズを行い、関節や筋肉をよいコンディションに保つことは、スポーツ障害の予防、疼痛緩和となり、何歳になってもスポーツを楽しめるのではないだろうか。

●筆者プロフィール

橋本 美津代(はしもと みつよ)
1997年甲子園大学栄養学部卒業後、関西労災病院栄養管理室勤務。2004年関西労災病院勤務者予防医療センター管理栄養士。

文 献

- 1) 坂本廣司ほか: グルコサミンの機能と応用. 臨床栄養 104: 65-70, 2004
- 2) 梶本修身ほか: 変形性膝関節症に対するグルコサミン塩酸塩の治療効果. 日本臨床栄養学会雑誌 20(1): 41-47, 1998
- 3) Herrero-Beaumont G et al: Glucosamine sulfate in the treatment of knee osteoarthritis symptoms: a randomized, double-blind, placebo-controlled study using acetaminophen as a side comparator. Arthritis Rheum 56(2): 555-567, 2007
- 4) 梶本修身ほか: 天然型Nアセチルグルコサミン含有ミルクの変形性膝関節症に対する治療効果. 新薬と臨床 52: 71-82, 2003
- 5) Vlad SC et al: Glucosamine for pain in osteoarthritis: why do trial results differ? Arthritis Rheum 56(7): 2267-2277, 2007
- 6) Reginster JY et al: Current role of glucosamine in the treatment of osteoarthritis. Rheumatology 46(5): 731-735, 2007
- 7) 長岡 功ほか: グルコサミンの好中球作用とそのメカニズム. 日本炎症再生医学会誌 22: 461-468, 2002
- 8) Dahmer S, Schiller RM: Glucosamine. Am Fam Physician 78(4): 471-476, 2008
- 9) Reichenbach S et al: Meta-analysis: chondroitin for osteoarthritis of the knee or hip. Ann Intern Med 146(8): 580-590, 2007