

登山におけるアミノ酸サプリメントの効果

——アミノ酸パワーを知って、安全登山と健康体力作りに役立てよう——

2003.7.26 TTC 三村 義昭

人体を構成する物質の約60%を占める水分を除いた固形成分は、約20%のタンパク質と、15%前後の脂肪、骨格を構成する約5%のカルシウム化合物から構成されている。人体を構成する骨格以外の重要な器官、すなわち、筋肉、内臓器官、血液成分、遺伝情報を保存するDNA等のすべては、タンパク質と呼ばれるアミノ化合物から構成されており、しかも、人体のタンパク質は、たった20種類のアミノ酸の組み合わせによって構成されていることが知られている。基本構成物質であるアミノ酸は、アミノ基(-NH₂-)とカルボキシル基(-COOH)を有する化合物の総称であり、自然界には無数の種類が存在するが、人体のタンパク質は、たった20種類のアミノ酸で構成されているとは、自然の妙である。

20種類のアミノ酸は、体内で合成できないので食物から摂取する必要がある9種類のアミノ酸(必須アミノ酸)と体内で合成可能な11種類のアミノ酸(非必須アミノ酸)に分類されている。最近の科学技術の進歩によって、各アミノ酸の人体に対する生理学的な機能が詳細に解明されつつあり、それらの成果は、スポーツ科学や健康、美容等の医学、栄養学に応用され、これらに関わる新製品も続々発売されている。我々TTCの仲間も、これらの知識を正しく学び・実践することによって、生涯健康な身体作りと安全登山実現の強力な味方に資することが可能である。本テキストでは、最新のアミノ酸科学の成果とその応用について、できるだけ易しく解説したい。

1. 健康な身体とは？

中高年特有の健康問題として、高血圧、高コレステロール、心臓疾患、等のいわゆる生活習慣病が第一に挙げられる。これらの最大の原因は、運動不足とカロリー過多(基礎代謝量低下)による肥満にあるといわれており、健康維持のため、ダイエットに励む中高年も多い。

食事制限をし、有酸素運動でカロリーを消費して、ダイエットに励んでも、大半の人は、その効果は一時的であり、チョット油断した際に、元以上に戻ってしまう経験をされた方は多い。これは、人体の自己防衛本能によるリバウンド作用があるためであり、ダイエットがなかなか成功しない最大の理由でもある。

ダイエットを成功させる最大のポイントは、基礎代謝量を回復させることにあるという。基礎代謝量とは、生命を維持するために必要な最低限のエネルギー消費量のことである。また、生命維持のために必要なエネルギーは、体内各所の筋肉細胞内で消費される。従って、健康な身体を作るためには、従来からいわれている有酸素運動のみでは不十分であり、筋肉を増強して基礎代謝量を増やすトレーニングを並行して実施することの重要性が指摘されるようになった。

我々中高年にとって、筋肉を増やすということは、太りにくい身体を作ると同時に、転倒等によって発生する遭難事故を未然に防止する上で、最も効果のある方法である。しかし、代謝機能が低下した中高年にとって、通常の筋肉増強トレーニングのみを実施するだけでは、その改善効果はは

かばかしくない。ところが、最近のアミノ酸科学の進歩によって、アミノ酸の筋肉増強機構が解明されたことにより、アミノ酸パワーを正しく知って応用すれば、60歳を越えた我々中高年であっても、筋肉を無理なく増強することが可能になった。

2. 筋肉強化のメカニズム

筋肉は直径が数十ミクロンの筋繊維から構成されており、その筋肉が発揮できる力は、その筋肉の断面積に比例するという(断面積1cm²の筋肉が発揮できるパワーは約6kg重といわれている)。従って、筋力トレーニングによって、筋力を強化するという事は、筋肉の断面積を増やすことに他ならない。

筋肉組織の増強は、強い負荷によって破壊された筋肉細胞が、再生する課程で生ずるという。従って、筋力アップトレーニングとは、強い運動負荷によって、筋肉の破壊と再生を繰り返すことに他ならない。

登山の場合、特に下山においてはまさに大腿四頭筋等の筋肉破壊プロセスそのものである。従って、登山自体が筋肉強化トレーニングであるともいえる。しかし、基礎体力が十二分にある若い肉体であれば、翌日筋肉痛で動けなくなるほどハードな登山をしても、それ自体が、よき筋肉強化トレーニングであり、下山途中等で筋肉疲労による滑転落事故等に繋がる危険性は少ない。

しかし、元々基礎体力が大幅低下している中高年が、このような強力な筋肉破壊を伴うような登

山をしてしまうと、それは即、滑転落等の事故に直結する恐れが強い。従って、中高年の登山においては、登山中は、できるだけ筋肉破壊が生じないような、マイルドな歩き方と体調コントロールに心がけなければならない。

従って、中高年の筋力アップトレーニングは、筋肉破壊によって筋力が大幅に低下したとしても、安全上問題ないように、よくコントロールされた環境下、例えば、トレーニングジムや自宅等で、定められたレシピに沿って、忠実に実施する必要がある。

いったん破壊された筋肉組織は、数日の期間を経て再生・強化されるが、加齢とともに、その回復速度は大幅に減退する。従って、我々中高年の場合には、上記筋肉強化トレーニングと同時に、筋肉組織の構成物質である、特定のアミノ酸を体内に補給することが重要になる。

最近のアミノ酸科学の進展により、筋肉組織が、分岐鎖アミノ酸（またはBCAA）と呼ばれる3種のアミノ酸によって構成されており、それらのアミノ酸を運動前後のうまいタイミングで補給することにより、筋肉組織の回復ないし増強に多大な効果があることが明らかにされつつある。

付表1に人体のタンパク質を構成する20種類のアミノ酸の主な生理機能をリストまとめて示す。

筋肉増強トレーニング

強化したい部位の筋肉を10~15RMの負荷で1日3セット、2~3日間隔で、週2~3回実施する。筋肉がついてきて負荷が軽くなってきたら(15回以上できるようになったら)、10~15RMになるよう負荷を重くして、トレーニングを繰り返す。下山に一番使用する大腿四頭筋を強化するには、両手に持ったバーベルや背中に背負ったザックを負荷にしてスクワット運動(膝の屈曲)をする。片足立ちでスクワット運動をする。トレーニングジムの専用マシンを使用する。重いザックを背負って、階段を下りる。等が有効である。

3. アミノ酸の効果

3.1 スポーツ選手を強化するアミノ酸

血統の優劣が80%を占めるといわれる競走馬の世界で、数年前に異変が起きた。血統的に無名のセイウンスカイが皐月賞と菊花賞のG1レース二冠に輝いた。この馬の強さは、生育期から給与されたアミノ酸によると考えられている。中央競馬出走を果たしたマキノプリンテナーや大井競馬場で5勝を挙げたアミノスターローンなど、血統的に全く期待できなかった馬の活躍で、

競走馬世界におけるアミノ酸パワーは実証済みである。

アミノ酸サプリメントの効果は、アスリートの世界でも実証済みである。1991年の東京国際マラソンで優勝した谷川真理選手は、アミノ酸サプリメントの愛用者であるが、その後、1994年のパリ国際女子マラソンで優勝し、以後も数々の国際参加に参加し、20数回の大会参加で、棄権ゼロというすばらしい記録を持っている。Qチャンこと高橋尚子選手もアミノ酸サプリメントの愛用者であるという。

プロ野球の世界でも実践者は多く、マリナーズの佐々木主浩投手も、横浜ベスターズ時代から、登板後の腕の張りをアミノ酸で速やかに回復させ、登板回数を増やす工夫をしていたという。過酷な運動を必要とするマラソンや野球等のスポーツ界では、アミノ酸サプリメントの使用は今日では常識になっている。

3.2 中高年の健康増進に寄与するアミノ酸

1995年の日本理学医療士学会において、七沢リハビリテーション脳血管センタより、アミノ酸サプリメントの効果に関する興味ある臨床テスト結果が発表されている。テストの内容と結果の概要は次の通りである

脳出血、脳梗塞で半身麻痺の20人の入院患者に朝夕各2gのアミノ酸サプリメントを2ヶ月間飲んでもらい、服用前後での体感と血液検査データを比較した。体感の比較データを表1に、血液検査データを表2に示す。

この結果、体感では、1週間~10日で、80%の方が、多くの体感(気分的に元気が出た、体調がよくなった、眠りが深くなった、風邪を引きにくくなった等)が改善されたと回答している。事実、血液検査の結果においても、肝機能を示す尿素窒素濃度、GPT、 γ -GTP値、総コレステロール値、中性脂肪値のいずれもが、好転している。特に肝機能の回復効果には目を見張るものがある。

また、日本有数の実業団ラグビー選手23名にアミノ酸サプリメントを1日7.2gづつ、3ヶ月間飲んでもらい、服用前後に血液検査を実施したところ、肝機能、栄養状態、貧血等に好ましい改善が見られるとともに、「パワーアップ」、「コンディションの改善」、「快復力の早さ」等を90%以上の選手が体感したという報告もなされている。

このように、アミノ酸サプリメントの効果は、激しいスポーツをするアスリートだけではなく、主として肝臓機能改善による生活習慣病の諸指数と体感気分を改善させるなど、日常の健康増進

に多大な効果があることが示された。従って、最近では健康増進用としての効果が注目され、健康食品としての愛用者が増大している。また、スリムボディーを作るためのダイエット効果も大きいということで、ダイエット食品としても話題をにぎわしている。

3.3 分岐鎖アミノ酸 (BCAA) の効果

20種類のアミノ酸のうち、運動生理機能に最も重要な働きをするのは、バリン、ロイシン、イソロイシンと呼ばれる3種の必須アミノ酸で、その分子構造から分岐鎖アミノ酸(BCAA; Branched Chain Amino Acid)と呼ばれている。

筋肉を構成する筋繊維はアクチンとミオシンと呼ばれるタンパク質でできており、これらの主成分がBCAAである。すなわち、BCAAは筋組織の素材であり、筋力アップに欠かせないアミノ酸なのである。とくに、ロイシンは筋タンパク質の分解抑制と合成促進の双方の作用があり、筋力アップにとくに重要な働きをする。

激しい筋力トレーニングや登山やマラソン等の長時間持久運動を行った場合、エネルギー源であるグリコーゲンの供給が間に合わなくなると(いわゆるシャリ切れ)、筋組織のタンパク質を分解して生成したアミノ酸を燃料にすることになる。すなわち、筋細胞の破壊が生ずることになる。一般にアミノ酸は、糖と同様に、即効性のある良好なエネルギー源になるが、その中でとくに筋肉中に多量に存在するBCAAは、糖と同等レベルの即効性のあるエネルギー源であることが解明されている。

BCAAには、筋肉疲労物質である血中乳酸値を抑える機能がある。これは、AT値を越える運動量に達したとき、有酸素エンジンを稼働し続けるに必要な酸素の供給量が不足する。そうすると無酸素系の乳酸エンジンが稼働しはじめて筋肉中の乳酸値が上昇し、その結果、筋肉疲労により筋収縮運動が困難になる。ところが、筋肉エネルギー変換に即効性のあるBCAAが存在すると、乳酸エンジンが稼働する前に、BCAAが運動エネルギーとして供給されるため、AT値を越える激しい運動をしても、疲労せずに運動を続けることが可能になる。

BCAAにはもう一つ大きな改善効果がある。アスリートを悩ませる疲労には、上述の肉体的疲労感の他に、主観的疲労度、すなわち、気力や集中力の低下が挙げられる。登山等の負荷の大きい運動を長時間続けると、血中のBCAA濃度が低下し、アミノ酸の一種であるトリプトファン濃度が上昇する。トリプトファンは通常アルブミンと結合した形で存在するが、濃度が上昇すると脳内でアルブミンと遊離して、中枢疲労の原因物質であるセロトニンを生じ、この結果、気力の喪失に繋がると考えられている。負荷の大きい運動をする際に、BCAAを十分摂取すると、脳内疲労物質セロトニンの濃度を抑制することことができ、脳の疲労軽減と疲労回復に効果があることが報告されている。

このように、BCAAは、即効性に優れた運動エ

エネルギー源であり、筋細胞を構成する素材であることから、筋細胞の破壊を防ぐとともに、破壊されてしまった筋細胞を素早く修復させる力を持つ。また、筋肉中の乳酸発生を抑止する効果が大きい上に、脳内疲労物質の生成を抑制する効果もある。従って、BCAAは、肉体的にも精神的にも疲労を感じさせることなく、持久運動能力を高めてくれるパワーを持っている。このように、BCAAは我々中高年登山者にマジックパワーを与えてくれる素晴らしいアミノ酸なのである。

3.4 アルギニンとグルタミンの効果

アミノ酸サプリメントの主成分として、BCAAとともに用いられるのが、表記の2種の非必須アミノ酸である。非必須アミノ酸の中で、これら2種が最も重要な生理機能を担っている。

アルギニンは、①成長ホルモン促進効果、②免疫増進効果、③血液循環器系の生理機能調節作用、④血中アンモニアの分解作用、等があるとされている。

① アルギニンは成長ホルモンの分泌に深く関わっている。筋肉を増強するためにも、筋肉の損傷を修復するためにも成長ホルモンは必要不可欠である。従って、アルギニンの服用は筋タンパク質合成を促進するのに効果があると考えられている。

② 病原体を無毒化するマクロファージを活性化させる作用がある。また、マクロファージは、筋肉トレーニングによる筋損傷で筋肉から破断したタンパク質を除去する効果を持つので、筋肉の修復速度を速める効果も期待できる。免疫増進効果は、細菌やウイルスに対する感染を予防し、激しい運動後の体調回復に効果を持つ。

③ 運動時には骨格筋の血流が著しく増大するが、アルギニンはそれを加速させる効果がある。これによって、タンパク質の代謝機能やエネルギー代謝機能の向上が期待できる。

④ グルタミンと同様に、運動によって血液中に大量に発生する有害なアンモニアを素早く分解する機能があり、これによって、運動時に疲労感を引き起こす物質の一つと考えられる血中アンモニア濃度を抑止することができる。

骨格筋を構成するタンパク質の約60%を占めるグルタミンの生理機能が解明されたのは、1980年代になってからである。骨格筋に蓄えられているグルタミンは、ロイシン同様に筋タンパク質の合成促進と分解抑制の両方に作用し、筋力アップと筋肉損傷の補修に重要な役割をもつ。負荷の大きい運動を続けると、消化管等の臓器でグルタミンが必要となるため、筋タンパク質の分解が活発

になり、筋肉から体内各所に放出される。

グルタミンは腸管等の消化管のエネルギー源やその修復に利用されるとともに、消化管から体内にバクテリアが侵入することを抑える等、体内免疫作用を促進させる機能があるという。そこで、グルタミンを摂取していると風邪などの感染症にかかりにくいというオックスフォード大学の調査データを以下に示す。

マラソンに参加した150名以上の選手を2手に分け、一方にはレース完走直後とその2時間後に各5gのグルタミンを投与し、もう一方には偽薬を投与し、1週間後に風邪等の感染症の発症率を医師の診断に基づいて算出・比較した結果を表3に示す。

この結果、グルタミン酸を投与されなかったグループでは、51%の人が、風邪等の感染症にかかったが、グルタミン酸を飲んだグループの発症率はたった19%であり、顕著な差違が認められた。また、この場合の末梢血リンパ球値の比較においても、明確な差違が認められており、たった10gのグルタミンの投与によって、体力消耗時の感染抵抗性が大幅に改善されることが示された。

表3 マラソン完走後7日間の感染症の発症率に及ぼすグルタミン投与の効果

	被験者数	感染症発症率(%)
グルタミン投与	72	19
同 非投与	79	51

グルタミンのもう一つ大きな効果として、アラニンとともに、肝機能を大幅に改善する効果が確認されていることである。70%切除したラットの肝再生を促進し、ラットの急性肝障害を改善したとする実験結果も報告されており、今日では、グルタミンの肝機能改善・強化機能は広く認められている。また、グルタミンはアルコール代謝に多大な効果があり、いわゆる二日酔いや悪酔い回復効能も高い。

3.5 その他のアミノ酸・ビタミンの効果

皮膚を構成するコラーゲンは、グリシン、アラニン、プロリン等の成分からなる。このうち、プロリンはお肌の保湿成分として、基礎化粧品等に多用されている。アスパラギンやアスパラギン酸は、即効性のあるエネルギー源であり、筋肉中に点在するエンジン(TCA回路)の燃焼効率を左右する。味の素の商品名で知られるグルタミン酸は、旨味成分としてよく知られている。

アミノ酸サプリメントの中には、通常10種類

程度の各種ビタミン類（A，B群，C 等）が含まれており、それぞれが、人体の生命維持に大きな役割を担っているが、個々の役割についての説明は割愛する。なお、おおよその機能については、付表2を参考にされたい。

4. アミノ酸サプリメントの用法と期待される効果

スポーツ用アミノ酸サプリメントとして市販されている物の大半は、BCAA とアルギニン、グルタミン等のアミノ酸を主成分とし、それに各種ビタミン類を添加した組成である。健康増進用として市販されているアミノ酸サプリメントもほぼ同様の成分である。ただし、美肌用やダイエット用と謳っている物では、スポーツ用とは含有アミノ酸が大きく異なっている物もある。

スポーツ用アミノ酸サプリメントとして、もっとも実績があるのは、アミノ酸生産高日本一の味の素から市販されている「アミノバイタル」。そのほか、明治製菓の「サバス」、あるいは「バーム」等が有名である。

4.1 登山における用法と期待される効果

サプリメント市販メーカーの推奨する用法は以下の通りである。

- (1) 運動を開始する 30 分前頃に 1 袋（アミノ酸 3.6g 又は 2.2g）服用する。期待される効果は、筋力と持久力のアップ、精神的・肉体的疲労感の軽減、筋肉損傷防止である。
- (2) 運動終了後 30 分以内に 1 袋服用する。期待される効果は、損傷した筋肉の素早い補修・回復と肝臓機能向上による肉体疲労回復である。
- (3) 就眠前に 1 袋服用する。期待される効果は、体力の素早い回復とハードな運動後に起きやすい免疫低下による罹病を予防する。

登山の場合、登山開始前の一服は、少々きつい登りであっても、息切れせず（AT値が改善される）、脚がつることもなく（乳酸が発生しにくい）、シャリ切れにもなりにくく、肉体的および精神的な疲労感を緩和し、筋肉細胞の破損による脚筋力ダウンを低減する効果が期待できる。

下山後の一服は、筋肉破壊の素早い修復により、筋肉痛を予防し、体力回復を早める上で、効果が期待できる。

しかし、一日の行動時間が 7～8 時間以上に及ぶ少々ハードな山行の場合、脚筋力低下を最もケアしなければならない下山前に服用するか、あるいは、飲料水に溶かし込むスポーツ飲料タイプの

形で、行動中にアミノ酸を随時補給した方が、理にかなっていると考える。

また、数日にわたる宿泊山行の場合、食事も炭水化物中心で、一日に必要なタンパク質 70g の摂取は到底困難であることと翌日の行動を考慮して、夕食後あるいは就眠前にもう一服服用する（一日 3 服）のは効果的である。また、今夏の TTC ようにビック山行が目白押しの場合、山行終了後の体力の素早い回復が何よりも重要であるが、こういうシーンにこそ、アミノ酸サプリメントは威力を発揮するだろう。

一方、筋肉強化トレーニングの場合、事前に服用するのは逆効果である。この場合、トレーニング実施後に必ず服用するようにすれば、筋肉破壊後の筋肉増強をスピーディかつ効率よく進める上で効果が期待できるよう。

普段から身体をよく動かし、カロリー制限もしているのに体脂肪が減らない、コレステロール値や中性脂肪値が高い、 γ -GTP 等の肝機能の値が悪い等の方は、健康維持用に市販されているアミノ酸サプリメントを毎日 3,4g 程度服用すれば、2～3ヶ月後には必ず効果が現れるはずである。ただし、飲料水タイプのサプリメントは、意外とカロリーが高いので、山以外の普段の飲料水としては要注意である。また、含有するアミノ酸の成分にも注意して欲しい。

この分野で最も実績のある味の素社の商品名「アミノバイタル」の成分を以下に示す。

表 4 アミノバイタルの主要成分表

項目	アミノバイタル [®] ロ (粉末)	アミノバイタル (粉末)	アミノバイタル [®] オクチャージ [®] (粉末 30g)	アミノバイタル 毎日いきいき
容量	1 袋	1 袋	1 リットル用	1 袋(3g)
アミノ酸量	3.6g	2.2g	3g	2.1g
ロイシン	0.54g	0.46g	0.64g	0.28g
イソロイシン	0.43g	0.37g	0.52g	0.18g
バリン	0.36g	0.31g	0.42g	0.18g
グルタミン	0.65g	0.54g	0.72g	0.34g
アルギニン	0.61g	0.52g	0.72g	0.34g
他のアミノ酸	1g(5 種類)	0g	0g	0.78g
ビタミン類	10 種類	10 種類	2 種類	10 種類
炭水化物	0.5g	1.95g	25g(果糖)	0.66g
ナトリウム	0.76g	0g	0.024g	0.001g
カロリー	18kcal	16.6kcal	116kcal	11kcal

アミノ酸サプリメントを上手に利用し、生涯現役を目指し、健康で強靱な体力と nice-body づくりに向かって、みんなで努力致しましょう！

参考資料：大谷勝「スポーツに活用されるアミノ酸」、Ajico News193 他、味の素 HP (<http://www.ajinomoto.co.jp>)