

スポーツ医・科学に関する研修

令和4年度 地域部活動指導者育成研修会

中部学院大学 スポーツ健康科学部
教授 有川 一 (博士 (医学))

本日の内容

1. ジュニアの発育・発達について

スキャモンの発育曲線にみる身体の特徴と、これを踏まえた指導方法等

2. 熱中症予防の水分摂取について

そのメカニズムと予防法

3. スポーツ科学の観点からの情報提供

日常生活でスポーツ科学を活用する

本日の内容

1. ジュニアの発育・発達について

スキャモンの発育曲線にみる身体の特徴と、これを踏まえた指導方法等

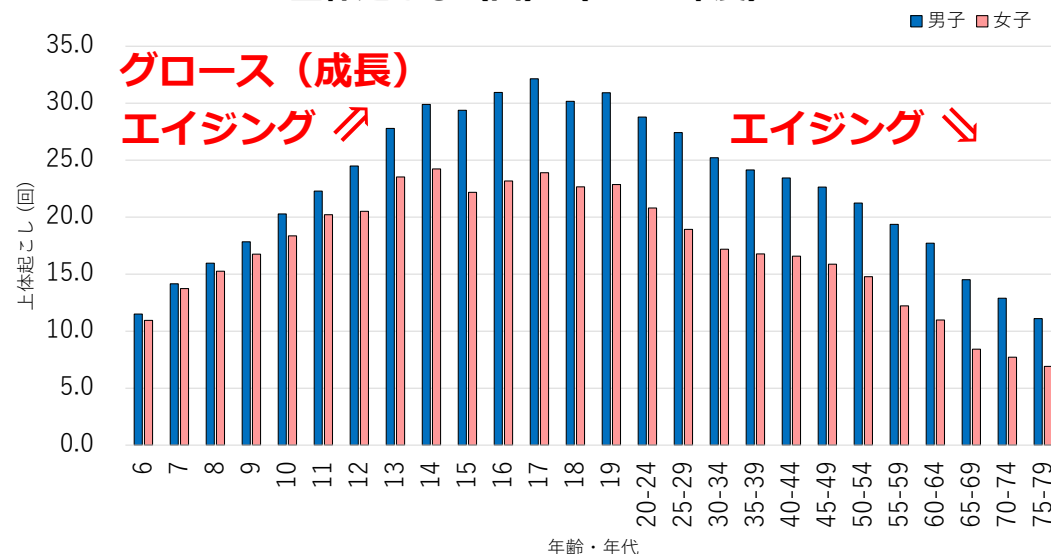
2. 熱中症予防の水分摂取について

そのメカニズムと予防法

3. スポーツ科学の観点からの情報提供

日常生活でスポーツ科学を活用する

上体起こし (回) (2013年度)



「トレーニング」と「グロース (成長)」を混同してはいけない。

スキヤモンの発育曲線

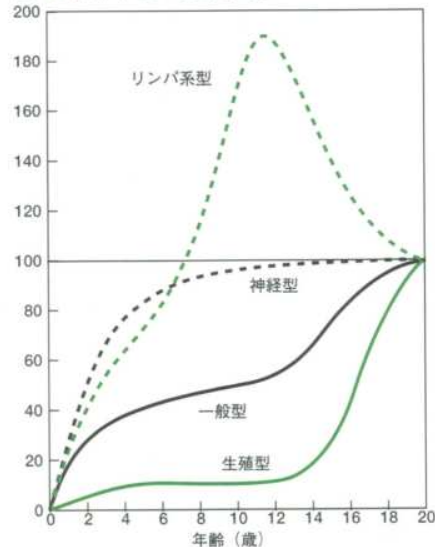
「一般型」は身体全体（体重）と肝臓などの臓器の重さのデータを基にした曲線であり、幼児期と思春期で急増することを特徴とする。

「神経型」は脳の重量などが基になっており、出生直後から急激に増加し、6歳で約90%に達する。

「リンパ型」は胸腺などの重量が基で、思春期にピークを迎える。

「生殖型」は、男性は前立腺や精巣などの重量、女性は卵巣などの重量を基にしており、思春期の短期間に急増する。

図2 ●スキヤモンの発育曲線



(高石昌弘 他:からだの発達—身体発達学へのアプローチ—大修館書店1981)

人間には、

運動能力が大きく伸びる時期が**3回**ある。

第1期 : 1歳から6歳くらい

… 神経系の発達に伴う

第2期 : 9歳から12歳くらい

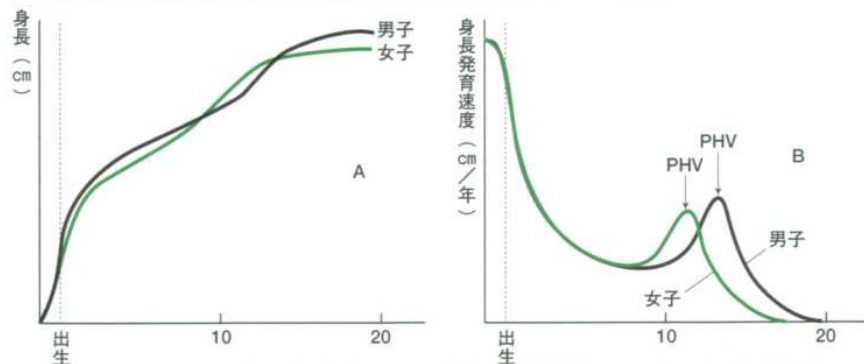
… 身体サイズの発達に伴う

第3期 : 15歳から23歳くらい

… 筋肉の発達・理性の向上に伴う

身体サイズの発達 PHV(Peak Height Velocity)

図1 ●身長発育曲線(A)身長発育速度曲線(B)およびPHV年齢



(高石昌弘 他:からだの発達—身体発達学へのアプローチ—大修館書店1981)

身長発達が最も盛んとなる年齢は、身長発達速度ピーク年齢(PHV年齢)と呼ばれる。PHV年齢における身長の大きさは、成人になった時の終末身長と高い相関がある。PHV年齢は、平均的には女子10.6歳、男子12.8歳付近。**PHV年齢を指標として、身体の発達の様子が大きく変化する。**

筋肉（筋線維タイプ）の発達

• **遅筋線維** (ST線維, type I 線維)

収縮速度が遅く、収縮力も小さいが、疲労しにくい。

• **速筋線維** (FT線維, type II 線維)

収縮速度が速く、収縮力も大きいですが、疲労しやすい。

速筋線維には思春期の発育スパート以前の時期（PHV年齢以前）には目立った発達がみられず、幼児期や小学校期の緩やかな筋力の増加は、主として**遅筋線維**の発達によるもの。

中学・高校生期（PHV年齢以後）に急激な筋力の増加が見られるのは、遅筋線維の発達に加えて、**速筋線維**の発達が急激に生じてきたためである。

ジュニアに対する指導について

ジュニア期とは

一般的に、幼児から高校生くらいまで（5,6歳～18歳くらい）を指す。

ジュニア期の指導に必要なこと

ジュニア期の各段階の発達過程を踏まえると、課題となる動きを「吸収しやすい時期」と「吸収しにくい時期」が浮き彫りになってくる。これを適切に把握して指導することによって、最終的な大きな成長を望むことができる。

各発達過程における特性と、それに応じたトレーニングについて理解する必要がある。

ジュニア期の期分け

ジュニア期を、発達過程による特性に応じてさらに細かく分けると、以下のとおり。

1) 5,6歳～小学校期（～12歳頃）

- ①5,6歳～8歳頃（プレ・ゴールデンエイジ）
- ②9歳～12歳頃（ゴールデンエイジ）

2) 中学生期（12～15歳頃）

3) 15～16歳頃以降

それぞれの時期の特性 およびトレーニング内容

1) 5,6歳～小学校期（～12歳頃）

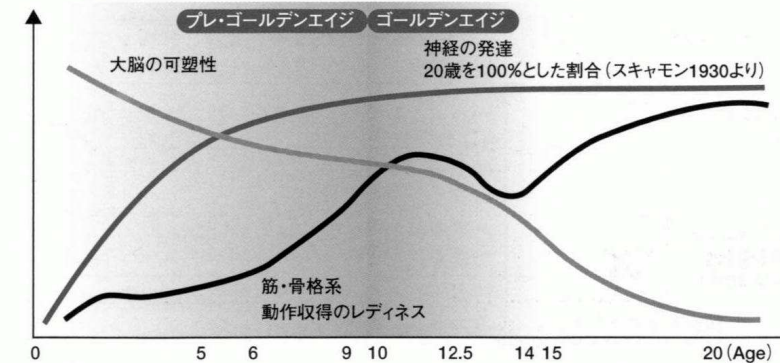
- ①5,6歳～8歳頃（プレ・ゴールデンエイジ）
- ②9歳～12歳頃（ゴールデンエイジ）

スポーツのための基礎作りから、さまざまな技術を獲得する最も重要な時期。アプローチを誤ると、スポーツに関わる土台を失う（身体的にも心理的にも）。

①5,6歳～8歳頃 （プレ・ゴールデンエイジ）の特性

人間の成長の中で一度だけ訪れる神経系の発達が著しくみられる時期。脳や身体の神経回路が張り巡らされる。

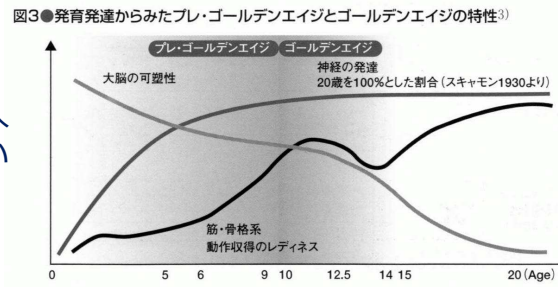
図3●発育発達からみたプレ・ゴールデンエイジとゴールデンエイジの特性³⁾



4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18

しかし、正確に運動に関わる神経回路のみが作られるわけではなく、場合によっては運動に関係ない神経回路まで作られることがある。目的に合わない動きが出ることを「運動浪費」といい、余分な動作を「随伴動作」という。ただし8歳頃になると複雑な動きを伴うもの以外では、徐々にみられなくなる。

また、この時期の子どもたちは集中力が長続きしない面がある。多種多様な刺激を求め、動いていないと気が済まない「運動衝動」の状態であり、これを自ら抑えることができるのは8歳ごろから。



上記の特性は「**全身持久力の向上**」にプラスに働いている部分もある

①5,6歳～8歳頃 (プレ・ゴールデンエイジ) のトレーニング

4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18

集中力が長続きしないため、多種多様なトレーニング内容を用意する必要がある。飽きずに身体を動かすことができるメリット以外にも、のちに実施する専門的なトレーニングを開始する際の「動作の可塑性」を作り出す基となる。実際の内容としては、スポーツそのものの技術にこだわることなく、いろいろな遊び (鬼ごっこ、水泳、ボール遊び、マット運動、ドッジボール、木登り、縄跳びなど) を導入することが非常に重要。

また、音楽リズムに合わせた運動も必要。のちに課題となる難しい動きを行う際や、ある動きとある動きを結び合わせる際に、特に役立つ。

基本となる身体の動きと分類

自己の身体の操作	姿勢の変化とバランスをとる	たつ、かがむ、ねころぶ、ころがる、わたる など	
	ある場所へ移動する	上下方向	のぼる、おりる、よじのぼる、すべりおりる、とびあがる など
		水平方向	はう、あるく、はしる、とぶ、スキップ、ギャロップ など
		回転系	かわす、もぐる、くぐる、かくれる など
他者や物の操作	重さのある物の移動	かつぐ、ささえる、はこぶ、おろす、もつ、おぶう など	
	とったり、つかまえる動作	とめる、つかむ、うける、いれる、わたす など	
	他への直接的な作用をする動作	たたく、うつ、なげる、ける、たおす、ぶつかる など	

②9歳～12歳頃 (ゴールデンエイジ) の特性

4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18

「運動浪費」や「運動衝動」が消えていき、目的に合わせて身体を動かせるようになる。全身をコントロールできるだけでなく、身体各部の動きもコントロールできるようになる。他者や物の操作はもちろんのこと、動作の先取りができるようになる。

新しい動きを何度か見ただけですぐに身に付けることができる「即座の習得」が現れる。また、この時期に覚えたことは一生忘れることがないと言われる。

スポーツに関わる動きを覚えるのに最も最適な時期と言える。

②9歳～12歳頃（ゴールデンエイジ） のトレーニング

さまざまな動きを状況に合わせてコントロールする能力を高めることが有効。スポーツにつながる遊びやゲームなどを多く経験させる。

プレ・ゴールデンエイジで習得した基本的な動きを、のちに専門とするであろうスポーツ種目に向けて準備する時期。さまざまなスポーツ種目を経験させておく必要がある。子どもたちは、動きの基本を幅広く経験し「時期を得た専門化」へと進むこととなる。

2)中学生期（12～15歳頃）

特性

発育発達期のスパートを迎えて身体的な発達が急激に起こる。動きに対する理性的な理解をしようとする傾向が強くなる。

マイナス面： 今までできていた動きができなくなったり、「即座の習得」が現れなくなる。

プラス面： 発育発達期のスパートにより、筋力面（特に速筋線維）が向上する。理性的な理解により技術や戦術に関する問題に注意が向く。

トレーニング

これまでに習得したスポーツでの動きを維持する。その動きの質を高める（より速く、より強く）。

運動感覚の確認を行いながら、「考えながら練習をする」という習慣づけを行う（他者やチームとの関係性を含めて）。

さまざまなスポーツ種目を経験し、スポーツ全般に関わる多面的な能力を養成する。

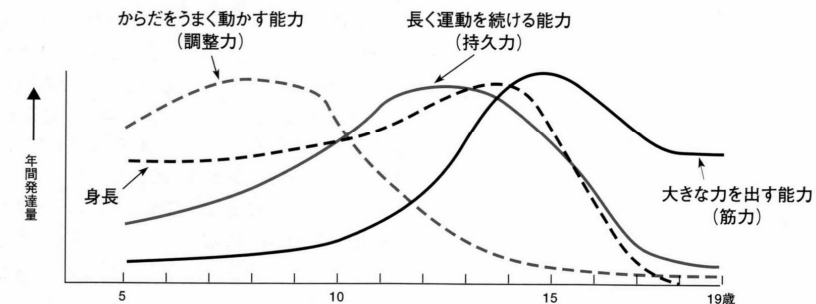
3)15～16歳頃以降

特性

発育発達期のスパートが終わり、大人の体型に近くなる。

→筋力面の発達が期待できる。特に短時間にパワーを引き出す能力が高まる。トップアスリートを目指した活動が始まる時期。

図5●成長期と各種体力の向上に適正な年齢範囲^⑧



4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18

トレーニング

素早い爆発的な筋力を発揮する補強運動や**無酸素系のトレーニング**を実施する。ただし過剰なトレーニングは禁物（過剰なウェイトでなく、自重を使うなど配慮が必要）。

徐々に専門的な技術や専門的な体力トレーニングが中心的な内容となる。

指導にあたって考慮すべきこと

発育状況に応じたトレーニングを実施する

ジュニア期においては発達段階に±3歳の年齢差が生じることがある。

早熟な子どもは技術課題を力づくで解決することがあり、これをそのまま放置すると、その後のパフォーマンス向上にマイナスの影響を及ぼすことがある。

晩熟な子どもは技術課題を解決することができないため、目の前の結果に捉われてスポーツが嫌いになる可能性がある。

技能の習得に適した「グロース（成長）」を待つ必要がある

本日の内容

1. ジュニアの発育・発達について

スキャモンの発育曲線にみる身体の特徴と、これを踏まえた指導方法等

2. 熱中症予防の水分摂取について

そのメカニズムと予防法

3. スポーツ科学の観点からの情報提供

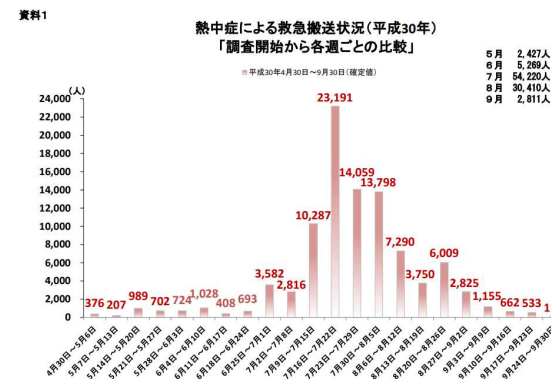
日常生活でスポーツ科学を活用する

熱中症とは

熱中症は、暑熱環境下で発生する暑熱障害の総称であり、熱射病・熱疲労・熱失神・熱けいれんなどに分類される。

運動中におこる「熱射病」は、頭部・脊椎外傷に次いで多いスポーツにおける死亡原因でもあり、極めて深刻なスポーツ中の内科的急性障害である。

スポーツ実施中は筋肉で多量の熱が発生するため、それほど高くない外気温下（25～30℃）、更には冬季においてでも、熱中症の発生を認めていることに留意すべきである。



(消防庁「平成30年（5月から9月）の熱中症による救急搬送状況」)

体温調節

体温調節機構として、受容体から伝えられた情報により、体温の上昇がある場合には、皮膚表面の血管が拡張し、末梢血液量を増加させることにより、皮膚表面からの熱の放散が多くなり発汗が促される。発汗による熱の放散は、体表面に汗を分泌し、**蒸発する気化熱**を利用して熱を放散させる。

汗を蒸発させることにより体温を低下するために寄与する発汗を「有効発汗」、蒸発させることなく流れ落ち熱の放散に有効とならない場合には「無効発汗」という。運動中の発汗量は、毎時 1.0~1.5 Lに達することもあるが、長時間この状態を続けることは不可能である。

運動量の増加に伴い体温は上昇する。さらに、長時間に渡り発汗が続く場合には体温が上昇しても汗を十分出せなくなり熱が放散できなくなる。また、暑熱環境や湿度が高い場合には皮膚からの蒸散が抑制され熱を十分放散できない。

水分補給

運動時の体温上昇は、水分の摂取により効果的に発汗を促し、熱を放散させることにより抑制される。そのため、運動時の水分補給は、パフォーマンスを維持するための重要な要素となる。

水分摂取のタイミングは、**運動前**から十分に水分補給をした上で運動を始め、運動中には、喉が渴いたという口渇感が起こってから水分を補給するのではなく、**定期的に水分を補給**しなくてはいけない。

水分損失率 1%で大量の発汗と口渇感が生じる。2%で強い渴き・めまい・吐き気・血液濃度上昇が生じ、3%を超えると汗が出なくなる。

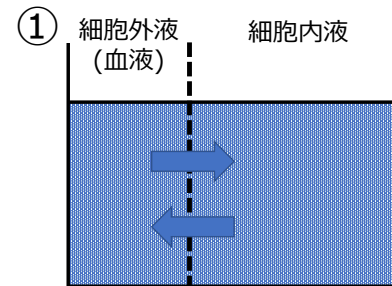
具体的には、練習前後で体重測定を行い、練習後の体重減少が2%以内となっていることを確認する。

水分補給

摂取する水分は、生理的食塩水 (0.9%) が理想。一般的なスポーツドリンクの場合は2~3倍に薄めたものがよい。

温度としては2~3℃が最も吸収されやすい (氷で冷やしておくとし摂取時にこれくらいの温度になる)。

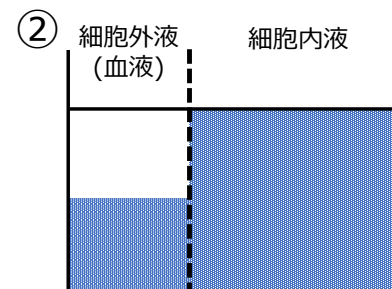
発汗時に水分だけの補給ではダメな理由



①通常の状態

通常は、細胞外液(血液)と細胞内液の電解質濃度は同じ。

水はこの間を自由に移動ができるが、基本的に電解質濃度の低いほうから高いほうへ移動する。



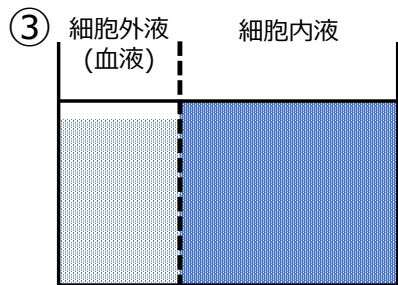
②発汗時

発汗により、細胞外液(血液)が電解質とともに体外へ放出される。

この時の電解質濃度は同じであるため水分の移動はない。

これにより血液の流動性が低下するとともに、血圧が低下し、全身への酸素供給量の減少、発汗量の減少が生じる。

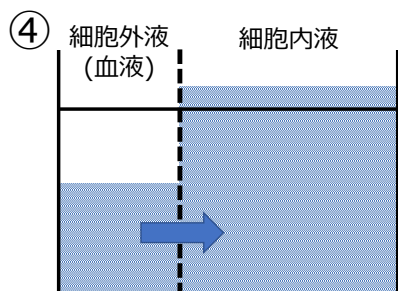
発汗時に水分だけの補給ではダメな理由



③水分だけを補給した場合

水分だけを摂取することにより、細胞外液(血液)の水分量が増加するが、電解質濃度は低下する。

これにより、細胞内液との電解質濃度に差が生じる(細胞外液 < 細胞内液)。



④細胞外液から細胞内液へ水分が移動

電解質濃度差(細胞外液 < 細胞内液)のため、細胞外液(血液)中の水分が細胞内液へと移動する。

これにより、細胞外液(血液)の量が減少するため、水分補給をしたにも関わらず循環血液量を回復することができない。発汗の抑制とともに血圧低下を補うために心拍出量を増加させるため、心臓に負担がかかる。

本日の内容

1. ジュニアの発育・発達について

スキャモンの発育曲線にみる身体の特徴と、これを踏まえた指導方法等

2. 熱中症予防の水分摂取について

そのメカニズムと予防法

3. スポーツ科学の観点からの情報提供

日常生活でスポーツ科学を活用する

熱中症予防の水分摂取について

体温調節の限界は意外と低い

発汗による体温低下は蒸散によるもの。べっとりと汗をかいた状態では十分に熱放散ができていない。

気付かないうちに体水分量が減少していることを踏まえ、運動前と運動中にこまめに水分補給を行う(口渇感が出る前に)。

大量の発汗後に水だけを摂取しても、血液循環量は十分に回復されない。電解質(特にナトリウム)の補給を忘れずに。

ジュニア期のスポーツ歴は成人後の骨密度を高める

U20のスポーツ活動歴がMECPAで「スコア0の者」と「スコア1以上の者」において骨密度を比較すると、「スコア1以上のスポーツを実施していた者」のほうが、**腰椎の骨密度が有意に高値**であった。

表1 The Mechanical Component of Physical Activity (MECPA)

スコア	床反力	種目の特徴	例
3	体重の4倍以上	ジャンプ動作を含むスポーツ	・バスケットボール ・体操競技
2	体重の2~4倍以上	スプリントや方向転換動作を含むスポーツ	・バドミントン ・野球 ・テニス
1	体重の1~2倍以上	荷重下でのスポーツ	・ダンス ・ジョギング
0	体重の1倍未満	その他のスポーツ	・自転車 ・水泳

スポーツ活動中に加わる床反力を基に、スポーツ活動の種類で4段階にスコア化した(文献7より一部改変引用)

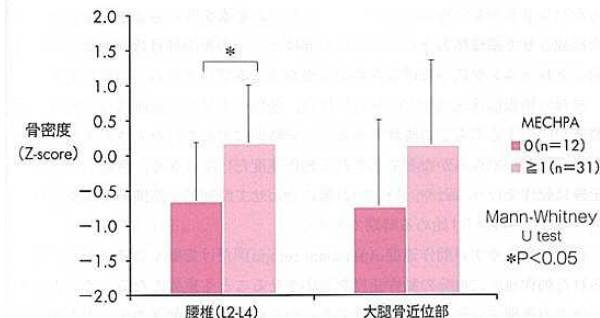


図3 U20のスポーツ活動と骨密度の関係
U20: under twenty (20歳未満の未成年期)

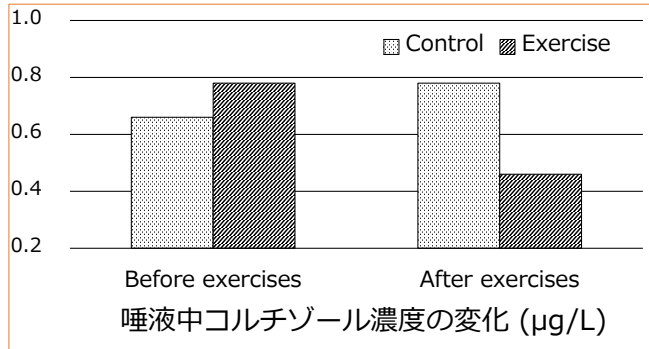
運動実施が精神的ストレス反応を軽減する

低強度・短時間のストレッチ運動の一過性の実施が、ストレス反応・気分には及ぼす影響。

対象は、軽運動の実施が可能な40～59歳の女性。

ストレス反応の調査には、精神的ストレス反応に伴って血中および唾液中に分泌が亢進する「唾液中コルチゾール濃度」を用いた。

この結果、唾液中コルチゾール濃度は、対称群で微増、運動実施群では減少を示した。



体力研究 BULLETIN OF THE PHYSICAL FITNESS RESEARCH INSTITUTE
No.110 p.1~7 Aug., 2012

軽い運動（ストレッチ運動）では精神的ストレス反応が軽減されたと言える。

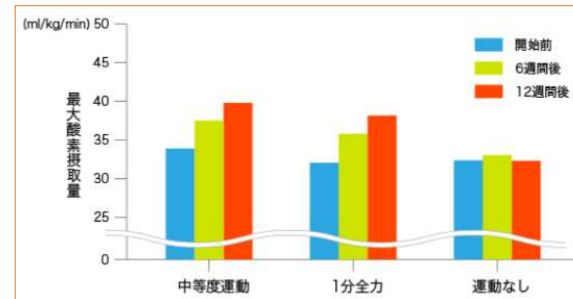
積極的な運動実施を薦めたい。

「全身持久力」は短時間の運動でも向上する

疾病の発症リスクを低下させる「全身持久力（有酸素性運動能力）」の向上には、一般的には長時間運動の習慣が必要とされる。しかし、「短時間高強度運動」によっても向上するという報告がある。

デスクワークに従事する男性（平均27歳）

- ・中等度運動実施群(10名)： 息が切れない程度の運動を45分間（週3回）
- ・1分間の全力運動実施群(9名)： 全ペダリングを2分間隔で20秒×3回（週3回）
- ・運動非実施群(6名)： 何も運動をしない



(PLoS One. 2016 Apr 26;11(4):e0154075)

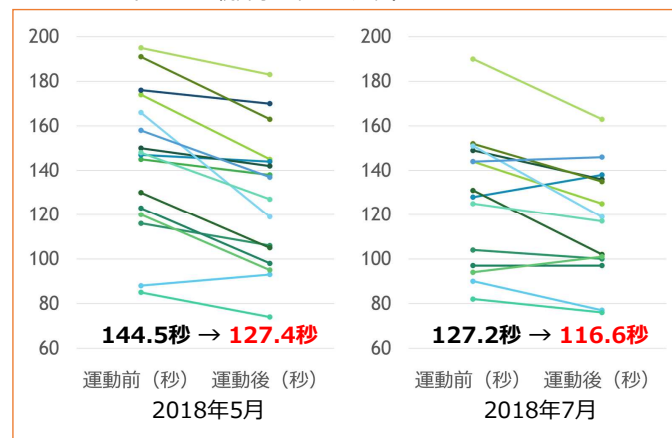
1分間の全力運動群は、中等度運動実施群とほぼ同等の「全身持久力」を獲得した。

「時間がないから運動ができない」という言い訳はできない。

身体を動かすと脳が活性化

「運動をすると頭が良くなる」を検証した。

19歳の大学生を対象に、座学の授業開始時に10分間のジョギングを行い、その前後で「100マス計算」を実施しその遂行タイムを記録した。この結果、初めて実施した5月で遂行タイムの短縮が生じるとともに、最終授業の7月では更なるタイムの短縮が生じた（いずれも統計学的有意に短縮）。



これは単なる「慣れ」ではなく、運動実施による脳血流量増加等による脳機能の活性化の一つではないかと考えられた。

脳を活性化させるために、勉強の前や休憩時間に、積極的な軽い運動を行うことが有効だと思われる。

中部学院大学・中部学院大学短期大学部教育実践研究. 4, 135-142, 2018.