

第6回

脳・神経・内分泌系から 運動の意義を考える会

Concept

脳も筋と同様、運動やトレーニングに対して反応・適応し、身心の統合はもちろん、パフォーマンスや健康の増進に寄与することが明らかになりつつあります。昨今の脳科学研究の急速な展開、続々見出される新規生理活性物質（ホルモンなど）、そして、エネルギーを産み出す新たな細胞内分子機構は、そうした運動効果を仲介するからくりを理解する上で新たな視点を提供してくれます。本研究会では、こうした研究のトピックスや共通する課題について情報交換し、解決策を議論、更に、有意義な共同研究へと昇華させることを目指しています。

今回は「運動による中枢性疲労」をメインテーマに、運動時の疲労について脳・神経・内分泌の観点から議論を深めることになりました。運動による疲労の要因は末梢性と中枢性に分けられ、近年では脳科学の隆盛も手伝って、後者の研究がにわかに活況を呈しています。そこで、古くから議論されてきた運動時の疲労について、新たな知見をもとに理解を深める契機となればと考えております。熱い議論を期待します。

日時： 2013年 9月 20日（金） 13：30～17：00（13:00受付開始）

場所： 筑波大学 東京キャンパス文校舎 119 講義室

世話人：

北一郎（首都大学東京）、丹信介（山口大学）、

三上俊夫（日本医科大学）、征矢英昭（筑波大学）

話題提供

シンポジウム 1

運動時の周辺視野と前頭前野の酸素化動態

安藤 創一

福岡大学 スポーツ科学部

我々の目の前にあるものは、光の情報として眼の網膜に届き、網膜の視細胞で電気信号に変換される。そして、その信号は網膜から脳に伝達され階層的に処理される。視野とは、我々が目の前の一点を注視した時に見えている範囲のことであり、網膜の中心部付近でみる視野を中心視野といい、周辺部でみる視野を周辺視野という。中心視野は解像度が高く、物体の色や細かい形状を見分けることができるのに対して、周辺視野では物体をはっきりと見ることはできない。むしろ周辺視野は眼の前の空間をつくる役割を果たしており、中心視野と周辺視野はそれぞれの特徴をいかしながら視野を構成しているといえる。サッカーやバスケットボールなどの球技では“周りがよく見えている”、“視野が広い”などという表現がよく用いられる。このことは、スポーツにおいて周囲の状況をいかに把握するかがパフォーマンスに大きな影響を与えることを示唆している。しかし、ヒトの“周りを見る”能力が、一過性の運動によりどのような影響を受けるのかについては、これまでほとんど明らかにされていなかった。そこで本研究会では、運動が周辺視野での知覚能力に及ぼす影響について検討した研究を紹介し、運動中の脳の酸素化状態の低下が、周辺視野での知覚能力をもたらすという仮説を提唱する。本研究会では、なぜ運動中に周りが見えなくなるのかについて脳・神経・内分泌を含めた幅広い観点から議論したい。

新しい中枢疲労因子としての脳グリコゲン

松井 崇^{1,2}, 大室 秀樹³, 征矢 茉莉子³, 島 孟留³, 征矢 英昭³

¹日本学術振興会特別研究員 SPD, ²新潟医療福祉大学, ³筑波大学体育系運動生化学

運動時の中枢疲労は、大脳皮質運動野から筋への中枢指令の低下によるとされるが、その要因については未だ決着をみない。これまで、低血糖による脳内エネルギー欠乏、疲労物質（セロトニンやサイトカインなど）の蓄積、脱水による体温・脳温の上昇などが要因として指摘されてきた。最近、新たな脳内エネルギー基質として脳グリコゲン (Gly) の関与も想定されているが、運動時の代謝動態さえも不明だった。アストロサイトに存在する脳 Gly は、断眠や記憶課題による脳神経活動時および低血糖時などに分解・利用され、脳機能の維持に役立つ一方、その枯渇は神経細胞死を招くことも知られる。私どもは、脳 Gly が長時間の疲労困憊運動時に生じるセロトニンや低血糖により分解・利用され減少することを見出したことから、その減少に伴う脳内エネルギー欠乏が中枢疲労因子になると想定した (Matsui ら, *J Physiol*, 2011)。この仮説の検証のため、Gly 分解酵素阻害薬 (DAB) をラットの側脳室に投与し、運動中の脳 Gly 利用を阻害しながら疲労困憊運動を課したところ、走行時間が有意に低下した。これは、持久性パフォーマンスに対する脳 Gly の関与を示唆すると同時に、脳 Gly 減少による脳内エネルギー欠乏が重要な中枢疲労因子であるとする仮説を支持する。今回は、この仮説を基盤とした中枢疲労軽減策としての「脳 Gly ローディング」や「脳 Gly 節約走法」の可能性についても紹介する。

疲労感の発生とその脳内機構

井上 和生

京都大学大学院 農学研究科食品生物科学専攻栄養科学分野

運動時の疲労感発生についていくつかの仮説が提唱されている。骨格筋収縮の疲労を引き起こす乳酸に関しては神経に対して良いエネルギー源となることがわかっていることから、疲労感の発生には直接関与しないと考えられる。体タンパク質/アミノ酸の分解がおこるような高強度の運動で発生するアンモニア、持久運動での脳内へのトリプトファン流入増大によるセロトニン合成の増大、あるいは発熱性サイトカインなどが疲労感の生成に関与すると考えられている。また大きなストレスが負荷される運動では CRF の寄与が推察される。我々は運動により疲労させたラット脳脊髄液中に、マウス大槽内投与によりその自発行動を抑制し、疲労したような行動を引き起こす活性を見いだした。様々な方法によりこの活性の責任分子がサイトカインの一種である Transforming growth factor-beta (TGF- β)である事を明らかにした。TGF- β は不活性な潜在型として生合成され、その作用が必要となるタイミングと部位で活性化される。運動により脳内で TGF- β が活性化される条件は乳酸閾値よりも高い中強度の運動であった。この活性化には脳内での検出と同時に肝門脈でも乳酸濃度上昇が検知され、これが迷走神経を介して脳に伝えられることが必要であった。また TGF- β が活性化しない低強度運動での疲労感の発生に κ -オピオイドが関係する可能性にも言及する。

トピックアワー

トピックアワー1

4週間の習慣的な運動がⅡ型糖尿病動物の認知機能と海馬グリコゲン量に及ぼす影響

島 孟留¹, 松井 崇^{2,3}, 劉 宇帆¹, 征矢 英昭¹

¹筑波大学体育系運動生化学, ²日本学術振興会特別研究員 SPD, ³新潟医療福祉大学,

Ⅱ型糖尿病 (T2DM) は海馬に関連する認知機能を低下させる。最近, これには, 末梢組織と同様に生じる海馬の代謝活性とグリコゲン量の低下が関与する可能性が示された。私どもは, 健康ラットにおいて, 4週間の習慣的な中強度運動による海馬グリコゲン量の増加を見出したことから, T2DM ラットにおいても同様の運動が海馬の糖代謝活性を改善し, グリコゲン量を増加させることで認知機能を改善すると想定したが, 果たしてどうか?

トピックアワー2

磁気刺激法による大脳運動野皮質内興奮性と筋疲労

丸山 敦夫

新潟医療福祉大学 健康科学部健康スポーツ学科

経頭蓋磁気刺激法 (TMS)は大脳の興奮性やネットワークを評価するのによく用いられている。筋疲労と中枢神経系の興奮性について Brasil- Neto ら(1993)は筋疲労後に単発 TMS 法で誘発した MEP が顕著に低下したことを報告した。この結果は Central motor fatigue の反映であると指摘した。このトピックスでは, 筋疲労と大脳運動野の興奮性に注目し, 二連発 TMS を用いて直接筋で起こる疲労が大脳運動野の皮質内興奮性に及ぼす影響や筋疲労が他の非疲労筋を支配する運動野の興奮性に及ぼす影響の研究を紹介する。

トピックアワー3

非放射性グルコースアナログを用いた脳の糖取り込み測定法

吉村 達彦¹, 越中 敬一¹, 川中 健太郎¹

¹新潟医療福祉大学 健康科学部健康栄養学科

血糖は脳の重要なエネルギー源である。したがって, 脳の神経活動が活発になると脳の血糖取り込みは亢進する。しかし, 脳の糖取り込み亢進の仕組み, さらに, トレーニングや食事による影響については不明な点が多い。これらについて検討するために, 頸静脈に留置したカテーテルを通じて非放射性のグルコースアナログ(2-deoxyglucose)を投与することでラット脳の糖取り込みを測定する方法を開発した。この方法を用いて, 吸入麻酔下に比べて, 覚醒時における脳の取り込みが 1.5~2.3 倍上昇することが確認できた。

トピックアワー4

社会敗北性ストレスに対する運動の影響

志内 哲也

徳島大学大学院 ヘルスバイオサイエンス研究部統合生理学分野

一般的に、運動はストレス緩和作用があると言われているが、人間関係が起因となる社会心理的なストレスに対しても緩和作用があるのかは不明である。そこで本研究では、慢性的な Social-defeat ストレス負荷を施すことで社会心理的なうつ様行動を示すモデルマウスを作製し、社会敗北性ストレスへの運動による緩和作用を検討した。本発表においては、現在調べている行動実験および脳内現象の途中経過を報告する。

茗荷谷駅周辺地図

