

脊髄反射と脳波へおよぼすウォームアップの効果

The effect of warm-up on spinal reflex and electroencephalogram

ライフサイエンス専攻 9770443 吉崎晶子

[目的]

我々は、運動競技前において準備運動、すなわちウォームアップを必ずおこなう。ウォームアップは、最高度のスポーツ作業能力を準備するための統合的構成に属する問題であり、作業能力の最適化という意味で生理学的な目標水準を機能的に作りなおすために寄与する。

安静時の熱的中立環境下において、5分間の中等度の運動 ($60\% \dot{V}O_2\max$) をウォームアップとして設定した。この時、ウォームアップが受容器や求心性線維の興奮に及ぼす効果をヒラメ筋の誘発筋電図 (H 反射) により、作業に対する準備段階の心理的要素へ及ぼす影響を脳波 (CNV) により観察した。そして、ウォームアップの有用性について生理的要素と心理的要素の両面から検討することを目的とした。

[方法]

実験は、室温 26°C 、相対湿度 50% に設定した人工気象室で行われた。被験者は実験服に着替え、実験室に入室し、まず始めに $\dot{V}O_2\max$ の測定を行った。測定後、15分以上経過してから、ベッド上に伏臥位になり、コントロール時における H 反射の測定を行った。次に、 $60\% \dot{V}O_2\max$ で自転車エルゴメーターを 5 分間こぎ (Exercise)、Exercise 終了後再び H 反射の測定を行った。Exercise 終了から H 反射の測定時間も含めて、30分以上経過したのを確認してから、脳波の電極を装着した。電極装着後、今度はベッド上に仰臥位になり、コントロール時における CNV の測定を行った。電極は 10-20 電極配置法 (Fig.1) に基づき、Fz、Cz、Pz に配置した。CNV 測定においては、警告刺激音 (S1) として、1000Hz の周波数音で 450msec、命令刺激音 (S2) として 2000Hz の周波数音を用い、命令刺激音が聞こえたら直ちにボタンを押すようにした。ボタンは仰臥位で、手

を自然に伸ばした位置に設置した。なお、命令刺激音は、ボタンが押されると同時に止まるようにした。CNV の測定後、Exercise を行い、終了後再び CNV の測定を行い、実験を終了した。H 反射、CNV とともにウォームアップの効果が持続すると思われる運動終了後 15 分以内に測定した。運動前後には、心拍数・下腿のインピーダンスも測定した。

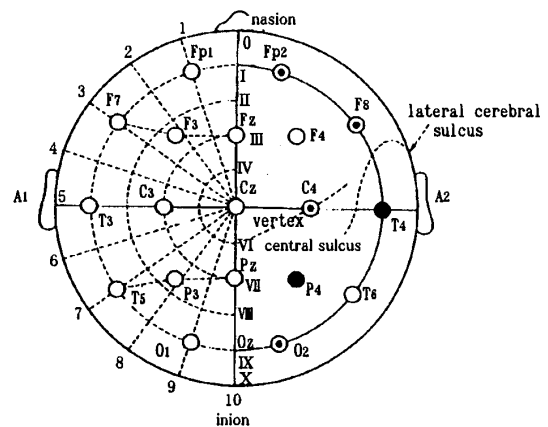


Fig.1 10-20 electrode system

[結果・考察]

誘発筋電図について

α 運動ニューロン興奮度を定量化するために、各被験者の安静時における Hmax 時の H/M 比を算出した。なお、運動後も安静時における Hmax 時と等強度の電気刺激を与え、H/M 比を算出し、安静時と比較した。被験者の平均 H/M 比は運動前の値と比べて、運動後の値は有意に増加した ($p < 0.05$) (Fig.2)。これにより、1) 随意運動に伴う、上位中枢からの司令による、下降路と α 運動ニューロンとの間の短期の可塑性の成立 (Fig.3 の①)、2) Renshaw 抑制の軽減、Ia 抑制の軽減を介する、筋疲労補償のための、新しい運動単位の動員による α 運動ニューロン活動亢進 (Fig.3 の

④) が推察された。

ニューロンへの下降路の活動の低下も推察される (Fig.3 の①)。

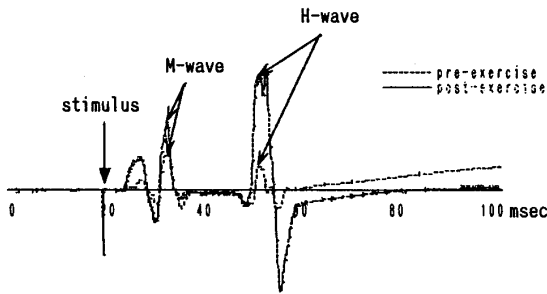


Fig.2 Evoked EMG at pre- and post-exercise

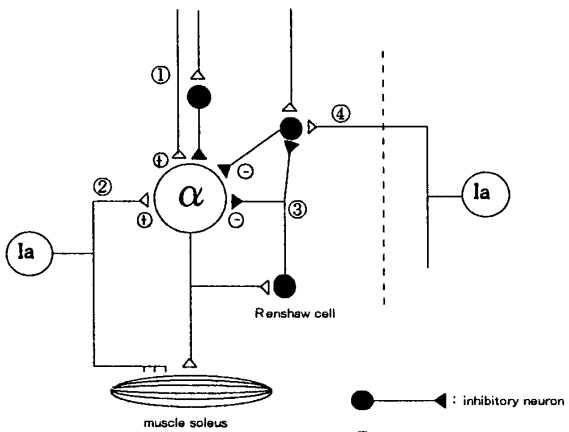
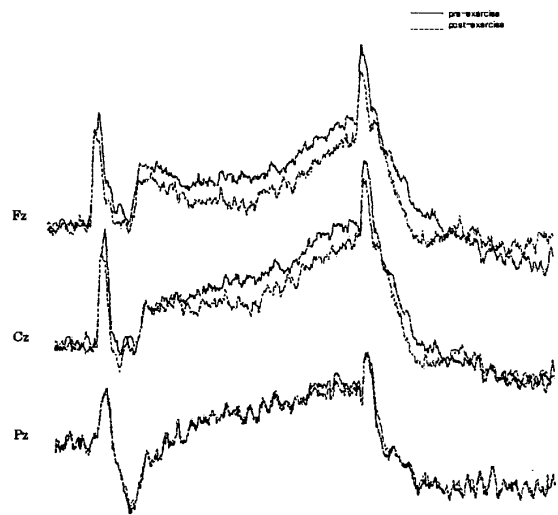


Fig.3 Input into α -motoneuron

脳波 (CNV) について

S1、S2 に対する N1 振幅を計測し CNV 成分は積分することによって求めた (Fig.4)。S1、S2 に対する N1 は、運動前と比較して運動後にはともに低下した。また、CNV も、運動前と比較して運動後では低下した。有酸素運動と状態不安に関する先行研究では、有酸素運動によって状態不安が低下することが報告されている。本実験では、有酸素運動である 60%VO₂max の自転車エルゴメーター運動を用いた。これにより、慣れ、疲労、不安低下などの要因が、被験者の覚醒水準を下げる可能性は十分に考えられることであり、このような覚醒水準の低下を反映して、運動後の CNV 振幅の減少を引き起こしたと推察される。さらに、p 脳の緊張低下によって、上位中枢からの α 運動

Fig.4 CNV at pre-and post-exercise



[まとめ]

本実験では、自転車エルゴメーターによる準備運動後に、ヒラメ筋の脊髄反射が有意に亢進することを観察した。同時におこなった脳波の解析により、運動後の被験者は緊張低下の状態にあることが示唆された。よって、ウォームアップには、緊張低下をもたらす自律神経系への負担の軽減と、 α 運動ニューロンの活動亢進作用があることが推察された。

[参考文献]

- 1) Tsukahara, N., Fujito, Y. Physiological evidence of formation of new synapses from cerebrum in the red nucleus neurons following cross-union of forelimb nerves. Brain Res. 16 (106): 184-188, (1976)
- 2) 時実利彦編 脳と神経系 岩波書店
- 3) 小幡邦彦、外山敬介、高田明和、熊田衛 編 新生理学 文光堂

(指導教官 長谷部ヤエ、永井正則)