

9.  $^{31}\text{P}$  NMR による運動中の骨格筋及び心筋  
のエネルギー代謝の評価—MR 用エルゴメ  
ータの開発—

筑波大学臨床医学系・放射線科

久野 譜也, 阿武 泉

板井 悠二

筑波大学臨床医学系・循環器内科

小川 剛 杉下 靖郎

旭光物産 石原 正樹

9. Evaluation of skeletal and heart muscle metabolism during exercise by  $^{31}\text{P}$  NMR. *Department of Radiology, Institute of Clinical Medicine, University of Tsukuba.* SHIN-YA KUNO, IZUMI ANNO AND YUJI ITAI. *Department of Cardiology, Institute of Clinical Medicine, University of Tsukuba.* TAKESHI OGAWA AND YASURO SUGISHITA. *Kyokko Bussan Co., LTD.* MASAKI ISHIHARA

【目的】最近 MR 装置の普及に伴い、 $^{31}\text{P}$  NMR による運動中の筋エネルギー代謝の情報が多くみられるようになってきている。しかしながら、装置の周りは高磁場が立ち上がっているという特殊性のために、通常の運動量を規定する装置を用いることはできず、そのため自作の装置がいくつか示されているが、それらすべては上肢あるいは下腿を対象としたもので、大腿部の大筋群に負荷をかけられるような装置は世界的にも作成されていない。また、運動中の心筋のエネルギー代謝の変化をみるためには、局所運動ではあまり心拍数が上昇しないため大筋群に負荷をかけられるような装置の作成が望まれる。

そこで本研究では、モナーク社製の腕用エルゴメータを改造することにより MR 用エルゴメータを作成し、骨格筋及び心筋のエネルギー代謝の測定を試みた。

【方法】全身用 MR 装置において  $^{31}\text{P}$  NMR 法により、運動中の骨格筋及び心筋のエネルギー代謝の変化を測定した。測定の時間分解能は、骨格筋が30秒、心筋が6分であり、前者は負荷漸増法で、後者は2種類の定常負荷で測定した。なお、負荷の定量性を検討するために心拍数および呼気ガス採取も同時に行った。

【結果及び考察】負荷の漸増にともない、酸素摂取量の増大がみられた。また、得られた NMR スペクトルも十分に分析可能なものであった。また、定常負荷では心拍数も定常状態を示した。したがって、現在心筋の NMR の計測には約6分必

要としているが、この MR 用エルゴメータを用いることにより、運動中の心筋のエネルギー代謝の動態の測定も可能であることが示された。

## 10. 間欠的運動負荷の MR Imaging

筑波大学・臨床・放 吉岡 大 久野 譜也  
高橋 英幸 阿武 泉  
板井 悠二

10. MR Imaging by intermittent exercise. *Department of Radiology, Tsukuba University.* HIROSHI YOSHIOKA, SHIN-YA KUNO, HIDEYUKI TAKAHASHI, IZUMI ANNO AND YUJI ITAI

【目的】筋肉に運動負荷を加えると MRI の T2 強調画像で信号強度が増加する。しかし、T2 強調画像は、種々の条件から撮像時間に5~10分程必要とし、このため負荷早期及び回復早期の信号強度の様子は観察できなかった。そこで MRI の撮像パラメータである繰り返し時間 (TR 時間) を短縮し、短い間隔での撮像を試みた。またその際信号強度と共に T2 値を測定し、運動負荷時の指標となりうるか検討した。

【方法】間欠的運動負荷の実験に先立ち、オリブオイル、アセトン、アルコールの三つの物質で TR 時間を 400~3000 msec まで変化させ撮像し、その信号強度・T2 値を測定した。次に、実際の運動負荷を健康な男子11人の下腿上・中部を対象とし、Spin Echo 法で撮像した。運動方法は、足尖部に 2 kg の砂袋を固定し1秒間に1回の周期の背屈運動を行なった。運動と撮像を交互に行ない、運動負荷後の安静の撮像も追跡した。

【結果及び考察】(1) T2 値は臨床の装置では正確な定量化は困難であると言われているが、ファントムでは、T2 値の TR 時間の変化による差は少なかった。しかも運動負荷前後では信号強度 (SI) の変化が、主として T2 値に依存することから、T2 値は MRI で運動負荷を観察する場合の良い指標となる。(2) TR 時間短縮によっても従来の T2 強調画像と同じ変化が観察でき、より短い間隔で運動負荷後の筋肉の SI・T2 値を追跡しえた。(3) 間欠的な背屈運動により前脛骨筋及び長指

伸筋は、負荷早期には直線的な SI・T2 値の増加を認め、負荷後期には臨界点(最大値)に達した。また1分間の運動負荷の方が早く SI・T2 値の最大値に達した。(4) 運動負荷を除くと5分間でおおよそ1/2~1/3の SI・T2 値の減少があり、従来の撮影方法では最大値は小さく見積られることとなる。

## 12. 全日本スキージャンプ選手における筋の形態と筋出力の関係—MRIによる種目特性と左右差の評価—

筑波大学大学院 松垣紀子 秋間 広  
筑波大学臨床医学系放射線科

高橋英幸 久野譜也  
板井悠二

筑波大学体育科学系 村木征人

埼玉大学教育学部 竹村夫美子

東京大学教養学部 中嶋寛之

筑波大学体育科学系 勝田 茂

12. Evaluation of muscle cross-sectional area of thigh in the elite ski jumpers by MRI. *Master's Program in Health and Physical Education, University of Tsukuba.* NORIKO MATSUGAKI AND HIROSHI AKIMA. *Dept. of Radiology, Institute of Clinical Medicine, University of Tsukuba.* HIDEYUKI TAKAHASHI, SHIN-YA KUNO AND YUJI