慶應義塾大学学術情報リポジトリ
Keio Associated Repository of Academic resouces

Title	MR Imaging in the Diagnosis of Denervted and Reinnervated Skeletal Muscles : Experimental Study in Rats
Sub Title	脱神経筋および再神経支配筋の診断におけるMRIに関する実験的研究
Author	菊地, 淑人
Publisher	慶應医学会
Publication year	2004
Jtitle	慶應医学 (Journal of the Keio Medical Society). Vol.81, No.1 (2004. 3) ,p.23-
JaLC DOI	
Abstract	
Notes	号外
Genre	Journal Article
URL	https://koara.lib.keio.ac.jp/xoonips/modules/xoonips/detail.php?koara_id=AN00069296-20040302-0023

慶應義塾大学学術情報リポジトリ(KOARA)に掲載されているコンテンツの著作権は、それぞれの著作者、学会または出版社/発行者に帰属し、その権利は著作権法によって保護されています。引用にあたっては、著作権法を遵守してご利用ください。

The copyrights of content available on the KeiO Associated Repository of Academic resources (KOARA) belong to the respective authors, academic societies, or publishers/issuers, and these rights are protected by the Japanese Copyright Act. When quoting the content, please follow the Japanese copyright act.

MR Imaging in the Diagnosis of Denervated and Reinnervated Skeletal Muscles：Experimental Study in Rats

（脱神経筋および再神経支配筋の診断におけるMRIに関する実験的研究）

菊　地　　淑　人

内容の要旨

脱神経筋の診断においてはこれまで電気生理学的検査が主要な位置を占めていた。針筋電検査は侵襲的検査であり、また体深層にある筋や小範囲の筋などは的確に針を挿入することが難しく、検者の技量に依存する。一方、近年MRIが末梢神経損傷での脱神経筋の評価に有用であるとの報告が散見されるようになった。MRIは非侵襲的で、筋の異常をその大小・部位にかかわらず描出することが可能である。MRIで脱神経筋は、T1強調画像で等輝度、T2強調画像で高輝度を呈するが、脱神経筋の再神経支配の過程をMRIで検討した報告は少ない。そこで本研究ではラット骨格筋の脱神経および再神経支配過程におけるMRIでの経時的変化を検討した。

Wistar系雄ラット100匹を用い、後脛骨神経を切断した群（神経切断群、n＝48）と、同神経を切断後、直ちに縫合した群（神経修復群、n＝48）を作製した。2，4，6，8週と経時的にMRI撮像を行い、輝度変化・筋横断面積について検討した。その結果、T1強調画像では、両群とも後脛骨神経支配領域の下腿三頭筋は全週にわたり等輝度であった。T2強調画像では神経切断群では全週で高輝度変化を示したが、神経修復群では2・4週群で高輝度変化を示し、6週以降輝度は正常化した。画像解析でも神経切断群では輝度対側比は経時的に増加したが、神経切断群では4週から6週で有意に減少し、画像上の輝度変化の正常化と一致した。筋横断面積は神経切断群では経時的に減少したが、神経修復群では緩徐に回復した。また同時に施行した電気生理学的検索では神経切断群では全週においてM波は導出されなかったが、神経修復群では4週時にM波の導出が可能となった。ついでラットを経時的に屠殺し、T1・T2値の計測を行ったが、T2値は神経切断後急速に増大した。神経修復群では2週では有意な増加を認めたが、4週以降経時的に減少した。細胞外水分量のマーカーとして^{35}Sを用い、筋肉水分量の検索を行ったところ、筋肉の全水分量は両群ともほとんど変化を認めなかったのに対し、細胞外水分量は神経切断群では2週以降有意に増加した。神経修復群では2週・4週と増加したが、6週以降有意に減少した。

本研究ではMRIを用いて脱神経過程のみならず再神経支配過程での輝度変化を追跡し、再神経支配に伴い輝度変化は正常化することを示した。筋肉全水分量はほとんど変化しないにもかかわらず、神経切断群では細胞外水分量は急速に増加し、画像での高輝度変化と平行した。また神経修復群では細胞外水分量は4週まで増加した後減少し、画像上の輝度変化の正常化と一致することがわかった。以上より脱神経および再神経支配での輝度変化は細胞外水分量の変化と関係があると推測された。さらにMRIは脱神経および再神経支配過程を評価するのに有用な検査法であり、筋電図の補助検査として臨床応用が期待されることがわかった。

論文審査の要旨

近年MRIが末梢神経損傷での脱神経筋の評価に有用であるとの報告が散見されるようになった。MRIで脱神経筋は、T1強調画像で等輝度、T2強調画像で高輝度を呈するが、脱神経筋の再神経支配の過程をMRIで検討した報告は少ない。またその再神経支配の過程でのMR画像に影響を与える因子について検討した報告はない。そこで本研究ではラット骨格筋の脱神経・再神経支配過程におけるMRIでの経時的変化を検討し、またMRI上の輝度変化の原因を明らかにするために、T1値・T2値を測定、さらに筋肉内水分量を*in vitro*で計測し、その変化を併せて検討した。その結果、MRI、T1強調画像では全経過を通じ等輝度であったが、T2強調画像で脱神経筋は高輝度を呈し、再神経支配に伴い輝度変化は正常化することがわかった。また、筋肉全水分量はほとんど変化しないにもかかわらず、脱神経筋では細胞外水分量は急速に増加すること、再神経支配過程では細胞外水分量は減少し、画像での輝度の正常化と並行することも明らかとなった。以上より脱神経および再神経支配での輝度変化は細胞外水分量の変化と関係があると推測された。

審査では、まずMRIでの輝度回復に対する再神経支配の証明は電気生理学的検索だけでは間接的評価ではないかという質問がされた。それに対して、神経の再生は組織学的に確認しているとの回答がなされた。次に、筋肉の輝度が均一でないため画像解析だけではばらつきが出るのではないかとの質問がなされ、その裏付けとしてT1値、T2値を測定したとの回答がなされた。またMRIでの輝度変化の原因が水分量の変化だけなのかとの質問に対しては、血流、脂肪などの関与も否定できないとの回答がなされた。さらに、MRIは脱神経の標的器官である筋肉に対する検査法であり、神経の障害を直接評価できないのではという質問に対しては、本研究では神経の障害レベルまでは証明できないこと、完全脱神経、部分的脱神経などの神経の障害程度の同定も本モデルのみでは限界があり、神経のaxonal flowを描出できる撮像法などの応用が必要で、今後の課題であるとの回答がなされた。最後に本研究の臨床的応用の可能性についての質問がなされ、画像所見による脱神経の予後予測が最終的な目標であるが、臨床例での検討を含め今後の研究課題であるとの回答がなされた。

以上のように、本研究は今後さらに検討すべき課題を残してはいるが、脱神経での輝度変化の原因が細胞外水分量の増加によるもの、再神経支配に伴い細胞外水分量および輝度変化が回復するということを証明した点で有意義な研究と評価された。

論文審査担当者　主査　整形外科学　戸山　芳昭
放射線医学　栗林　幸夫　　外科学　河瀬　　斌
リハビリテーション医学　千野　直一
学力確認担当者：北島　政樹、栗林　幸夫
審査委員長：栗林　幸夫

試問日：平成16年1月21日