

氏名 (本籍)	林 昌 俊 (岐阜県)
学位の種類	博 士 (医学)
学位授与番号	乙第 1 2 1 2 号
学位授与日付	平成 11 年 7 月 21 日
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 2 項該当
学位論文題目	Evaluation of Ischemic Damage in the Skeletal Muscle with the Use of Electrical Properties
審 査 委 員	(主査) 教授 廣 瀬 一 (副査) 教授 高 見 剛 教授 藤 原 久 義

論 文 内 容 の 要 旨

目 的

近年、動脈硬化性疾患の増加に伴い、四肢の急性動脈閉塞症も増加している。また急性動脈閉塞症は、Fogarty balloon catheterの開発以来、血栓除去が比較的安かつ容易にできるようになり治療成績も向上してきた。しかし広範囲閉塞例や閉塞が長時間経過した症例の治療成績はいまま満足出来るものではない。現在、治療上血行再建を行うか、患肢切断を行うかの的確な判断を行うにあたり、患肢の障害度の評価に迅速かつ有効な指標がないことに大きな要因がある。

一方、生体の電気特性は、細胞膜の電気特性や細胞内外の電解質等の組織構築を反映し、組織の浮腫や、細胞の崩壊を鋭敏に反映する。そこで簡便かつリアルタイムに計測可能な電気特性を用いて、急性虚血時の四肢骨格筋の障害度の評価を実験的に試み、臨床的にも検討した。

材料と方法

I) 実験的検討

雑種成犬14頭 (10kg~15kg) を用い、小児用駆血帯により両側鼠径部を1000mmHgの圧で、緊縛し両後肢の血行遮断を行った。緊縛時間は0 (n=3), 1 (n=3), 3 (n=4), 6 (n=4) 時間とした。なお一旦緊縛し、すぐ遮断解除したものを0時間群とした。駆血帯の空気を抜くことにより緊縛を解除、再灌流し、再灌流後10時間まで電気特性として、白金製平行2針電極を腓腹筋中央部に筋線維と平行に刺入し、LCRメータ (HP-4284A) を用いて導電率 (G) を測定した。導電率の測定は緊縛中は1時間毎に、緊縛解除後は15分、30分、以後1時間毎に測定した。また腋窩動脈より、虚血前、再灌流直前、再灌流1, 3, 5, 10時間後に採血し、骨格筋障害の指標としてCPK, Aldolaseを測定した。また再灌流直前から再灌流後3時間までの導電率の変化を $\Delta 3G$ とし、再灌流後10時間のCPK, Aldolaseと比較検討した。

II) 臨床的検討

腹部大動脈瘤3例、閉塞性動脈硬化症1例、急性動脈閉塞症1例において、術中血行遮断前後の下腿の導電率をXitron9000Bを用いて測定し、術後のCPK最大値と比較した。

結 果

I) 実験的検討

- 1) 10kHzにおける導電率は、1, 3, 6時間虚血群では血行遮断により低下し、再灌流後は上昇した。0時間群における導電率は実験中変化は認めなかった。
- 2) CPK, Aldolaseは0, 1時間群では実験中ほとんど変化しなかったが、3, 6時間群では再灌流後上昇し続けた。
- 3) 再灌流直前から再灌流後3時間までの導電率の変化 ($\Delta 3G$) は、0, 1時間群では全例2.1mS/cm以下であり、

CPK, Aldolaseとも再灌流後上昇しなかった。3, 6時間群では $\Delta 3G$ は全例 2.1mS/cm 以上であり, CPK, Aldolaseとも急激に再灌流後上昇した。1, 3, 6時間群における $\Delta 3G$ と10時間後のCPK, Aldolaseはそれぞれ $r^2=0.657$, 0.639 で, いずれも有意 ($P<0.01$) な正の相関を認めた。

II) 臨床的検討

遮断時間は腹部大動脈瘤及び, 閉塞性動脈硬化症では全例120分以内であり, 急性動脈閉塞症の阻血時間は約6時間であった。術式は腹部大動脈瘤では全例Yグラフト置換術, 閉塞性動脈硬化症では大腿-大腿動脈バイパス術, 急性動脈閉塞症では血栓摘除術を施行した。

- 1) 腹部大動脈瘤, 閉塞性動脈硬化症での4例では 10kHz における導電率は血行遮断前, 再灌流直前, 再灌流2時間後ではほとんど変化しなかったが, 急性動脈閉塞症では血行再建後に上昇した。
- 2) 術後CPK最大値は急性動脈閉塞症で最も高値であった。

考 察

1, 3, 6時間虚血群の導電率は再灌流後増加し, 虚血再灌流により電気特性に変化を生ずるだけの骨格筋障害が生じたことが示された。

0, 1時間群は10時間後の逸脱酵素の上昇は認められず, 1時間以内の虚血であれば虚血による組織障害は軽度と考えられた。しかし1時間虚血群において導電率は再灌流後上昇しており, 電気特性は骨格筋の変化を逸脱酵素より鋭敏に捕捉している可能性が示唆された。

$\Delta 3G$ が 2.1mS/cm 以下であれば骨格筋の障害は軽度であり, 2.1mS/cm を超えれば骨格筋に逸脱酵素が上昇するだけの障害が生ずると考えられた。しかも $\Delta 3G$ は10時間後の逸脱酵素と有意な相関を認め, 再灌流後の予後予測に電気特性が応用出来る可能性が示唆された。

急性動脈閉塞症例以外では全例血行遮断時間は2時間以内であり, 動物実験の結果と一致して導電率の変化は軽度で, 骨格筋の障害は軽度と考えられた。虚血時間が6時間の急性動脈閉塞症例の導電率は, 血行再建後の変化は最も大きく, しかもCPKの変化も最大であったことは, 急性動脈閉塞症例が最も骨格筋障害が高度であったことが示され, 動物実験の結果と一致した。

結 語

- 1) 犬の両側鼠径部を緊縛することにより下肢急性虚血モデルを作成した。緊縛を解除し虚血再灌流実験を行った。再灌流後3時間の導電率の変化により骨格筋の障害度を推測しえた。
- 2) 臨床的には再灌流後導電率が上昇した急性動脈閉塞症では逸脱酵素が術後最も上昇し, 動物実験の結果と一致した。

以上より, 電気特性は下肢急性虚血における血行再建後の障害度の判定に応用できる可能性が示唆された。

論文審査の結果の要旨

申請者林 昌俊は, 急性動脈閉塞時の骨格筋障害度を導電率を用いて検討し, 虚血再灌流における骨格筋障害の指標として生体電気特性の有用性を明らかにした。

本研究は脈管学, 特に血管外科学の分野の進歩に寄与するところが大であると認められる。

[主論文公表誌]

Evaluation of Ischemic Damage in the Skeletal Muscle with the Use of Electrical Properties

J of Surg Res 80 : 266~271, 1998