

学 位 論 文 題 名

Comparison of phosphocreatine concentration in the human
masseter and medial pterygoid muscles by ^{31}P -CSI

^{31}P -CSI によるヒト咬筋と内側翼突筋中のクレアチンリン酸量の比較

学位論文内容の要旨

近年、骨格筋研究への新たなアプローチとしてMagnetic Resonance Spectroscopy (以下MRS)が用いられるようになった。この方法を用いてヒト骨格筋のエネルギー代謝を分析した研究が数多くなされており、筋肉中のATP量は筋線維の組成によらず一定であるのに対し、PCrの含有量は速筋線維であるType II線維の比率に比例する事がわかってきた。しかし、当初このようなin vivo MRSにおける信号採取領域は使用する表面コイルの感受性に依存していたため、大腿の筋のように比較的大きく表層に存在する筋肉のみが対象とされていた。その後、咀嚼筋への応用も試みられてきたが咬筋浅層が対象とされるにとどまり、より深部に存在する咬筋深層や内側翼突筋のMRSは不可能であった。

近年関心領域を局在化し、比較的深部に存在する筋の検査を可能にするLocalized MRSの技法が開発され、既に心筋や骨格筋の研究に応用されている。この方法を用いると咬筋を浅層と深層に分けて検査を行うことや、今まで全くなされていなかった内側翼突筋の代謝研究が可能になる。そこで本研究ではLocalized MRS法の一つであるCSI法を用いて咬筋と内側翼突筋のMRSを行い、それぞれの筋のPCr量を比較した。

被験者は筋症状のない20代男性11名である。被験者には予め実験内容を説明し同意を得た。MR装置としてシーメンス社製1.5テスラMagnetom Visionと半径14cmの表面コイルを用いた。咬筋浅層、深層、内側翼突筋それぞれの1 cm×2 cm×3 cmの領域から得たスペクトルについてPCrと β -ATPの面積を測定し、PCr/ β -ATPによりPCrの相対的物質量を評価した。さらにこれらの値は深層、浅層、内側翼突筋それぞれ

について平均値を計算し、Sheffe's F testにより統計学的に有意差を検討すると共に、個々の被験者でも各筋肉のPCr量を比較した。

最初に本実験の再現性を確認するため、同一被験者に対し6週間以内に6回同じ検査を繰り返し行った。その結果咬筋浅層、咬筋深層、内側翼突筋におけるPCr/ β -ATP比の標準誤差は平均値に対してそれぞれ0.8%、1.3%、1.1%となった。このことから安静時のPCr量はどの筋においても非常に安定していること、実験操作における誤差は十分に小さいことが示され、十分な再現性が得られることが示された。

次に11人の被験者に対しMRSを行った結果、全ての被験者の咬筋浅層、深層、内側翼突筋から典型的なスペクトルが得られた。それぞれの筋でPCr/ β -ATP比を計算し平均値を比較すると、咬筋浅層と内側翼突筋との間には有意差は認められなかったが、これらの筋は咬筋深層よりも有意に高い値を示した。これは安静時において咬筋浅層と内側翼突筋には咬筋深層よりも多くのPCrが含まれていることを意味している。安静時のPCr量が多いということは、急激なATP消費に対する備えがあるという事であり、本結果は咬筋浅層と内側翼突筋が噛みしめなどの力強い運動を行うのに適した筋であることを示唆している。一方、咬筋深層はこれらの筋に比べてPCr量が少ないことから、瞬発的な収縮力はないが持久力がある筋であることが示唆された。また、この筋には筋の長さをコントロールする筋紡錘が多く含まれていることを併せて考察すると、咬筋深層は顎位を保持したり下顎位を微妙にコントロールするのに適した筋であると思われた。

一方、個々の被験者でPCr/ β -ATPを比較すると、咬筋深層については平均値の結果と同様に、他の2筋よりも低い値を示した。しかし咬筋浅層と内側翼突筋については、平均値では有意差が認められなかったが、個々の被験者についてみると、咬筋浅層のPCr量が内側翼突筋よりも高いグループ（グループ1）、内側翼突筋のPCr量が咬筋浅層よりも高いグループ（グループ2）、咬筋浅層と内側翼突筋のPCr量がほぼ同じグループ（グループ3）に分かれた。

今回は被験者が少なかったため、各グループ間の差について統計学的検討を加えることはできなかったが、特に内側翼突筋のPCr量に影響を与えうる要因の一つとして側方偏心位での咬合様式に着目したところ、グループ1の被験者では3名が犬歯誘導型、1名がグループファンクション型であった。グループ2ではすべての被

験者が大臼歯を含むグループファンクション型であり、さらにすべての被験者で非作業側接触が認められた。グループ3の被験者はすべてがグループファンクション型であり、1名のみに非作業側接触が認められた。このように、側方偏心位での歯牙接触が多い被験者ほど内側翼突筋の PCr 量が多い傾向がみられたが、側方偏心位において歯牙接触が多いために内側翼突筋の PCr 量が多くなったのか、逆に内側翼突筋の PCr 量が多いため歯牙が咬耗し、結果として歯牙接触が多くなったのかについては不明である。これらの事を詳細に検討するためには被験者の選択を厳密に行った上で実験を行う必要があり、咬合様式のみではなく、咬合力、下顎運動経路など咀嚼筋の代謝に影響を与えうる他の因子も含めて検討する必要があると思われる。

学位論文審査の要旨

主 査 教 授 川 崎 貴 生

副 査 教 授 吉 田 重 光

副 査 教 授 赤 池 忠

学 位 論 文 題 名

Comparison of phosphocreatine concentration in the human masseter and medial pterygoid muscles by ^{31}P -CSI

^{31}P -CSI によるヒト咬筋と内側翼突筋中のクレアチンリン酸量の比較

審査は吉田、赤池および川崎審査委員全員が出席のもとに、まず論文申請者に対して申請論文の内容の要旨を説明させ、論文の内容について審査委員の口頭試問を行った。以下に申請論文の要旨と審査の内容を述べる。

【目的】クレアチンリン酸 (PCr) は骨格筋において重要なエネルギー物質である。本実験は ^{31}P -Magnetic Resonance Spectroscopy (^{31}P -MRS) の一つである Chemical Shift Imaging (CSI) 法を用いて、咬筋と内側翼突筋の MRS を行い、それぞれの筋の PCr 量を比較することを目的とした。

【方法】シーメンス社製 1.5 Tesla 臨床用 MR 装置と送受信兼用表面コイルを用い、筋症状の自覚のない 20 代男性ボランティア (20~27 歳・平均 23.4 歳) 11 名を対象として MRS を行った。咬筋浅層、深層、内側翼突筋それぞれの $1\text{cm} \times 2\text{cm} \times 3\text{cm}$ の領域から得たスペクトルについて PCr と β -ATP の面積を測定し、PCr/ β -ATP により PCr の相対的物質量を評価した。さらにこれらの値は浅層、深層、内側翼突筋それぞれについて平均値を計算し、Sheffe's F test により統計学的に有意差を検討すると共に、個々の被験者でも各筋の PCr 量を比較した。

【結果】全ての被験者の咬筋浅層、深層、内側翼突筋から典型的なスペクトルが得られた。まず、それぞれの筋での PCr/ β -ATP の平均値を比較すると咬筋浅層と内側翼突筋の間には有意差は認められなかったが、咬筋深層よりも咬筋浅層と内側翼突筋は有意に高い値を示した。次に個々の被験者で各筋の PCr/ β -ATP を比較すると、咬筋浅層はすべての被験者で、また、内側翼突筋は1名をのぞき咬筋深層よりも高い値を示した。一方、咬筋浅層と内側翼突筋を比較すると、ほぼ同じ値を示した被験者は3名(グループ1)のみであり、咬筋浅層の方が高い値を示した被験者(グループ2)、内側翼突筋の方が高い値を示した被験者(グループ3)がそれぞれ4名となった。このうち、グループ2の被験者は全て犬歯誘導型の側方咬合様式であったのに対し、グループ3の被験者は全て大臼歯を含むグループファンクション型で、さらにすべての被験者でバランシングコンタクトが認められた。

【考察】本実験により、従来は困難であった深部の咀嚼筋（咬筋深層・内側翼突筋）の MRS 検査が可能となった。その結果、咬筋深層に比べ、咬筋浅層と内側翼突筋には瞬時に消費されるエネルギー物質である PCr が多く含まれており、噛みしめなどの力強い運動を行うのに適した筋であることが示唆された。さらに咬筋浅層と内側翼突筋に含まれる PCr 量の差異は被験者の側方咬合様式と関係があることが示唆された。

現在、論文申請者は咬合と咬筋浅層・内側翼突筋の PCr 量との関係について側方咬合様式以外の因子についても検討中である。

今後の展望に関してもしっかりとした研究計画をもっており、将来性の点においても高く評価されるものであった。よって、学位申請者は博士（歯学）の学位授与にふさわしいものと認めた。