

20031164

厚生労働科学研究費補助金
労働安全衛生総合研究事業

上肢における筋骨格系障害の診断と防止に
関する研究

平成15年度 総括・分担研究報告書

主任研究者 平田 衛

平成16(2004)年 4月

目 次

I. 総括研究報告	
上肢における筋骨格系障害の診断と防止に関する研究	----- 1
II. 分担研究報告	
1. 上肢挙上動作時の僧帽筋におけるヘモグロビン動態の検討	----- 5
埴田和史	
2. 上肢における筋骨格系障害と末梢神経伝導速度と事象関連電位に関する研究	----- 17
平田 衛	
3. 屋内電気工事従事者冬期と夏期における頸肩腕の自覚症状に関する調査研究	----- 31
井奈波良一	
III. 研究成果の刊行に関する一覧表	----- 43
IV. 研究成果の刊行物・別刷	----- 45

I. 総括研究報告

厚生労働科学研究補助金（労働安全衛生総合研究事業）

総括報告書

上肢における筋骨格系障害の診断と防止に関する研究

主任研究者 平田 衛 独立行政法人産業医学総合研究所主任研究官

研究要旨： 頸肩腕部の自覚症状、頸肩腕障害の検査、同部位の触診ならびに表面筋電位、筋内ヘモグロビン量のデータが揃った被験者 60 名について解析した。筋内ヘモグロビン量の測定は、5 分以上着座後に立位で 1 分間の両上肢の水平挙上を、休憩を挟んで 2 回、組織血液酸素モニターを用いて右側僧帽筋筋腹における筋組織内の酸素化ヘモグロビン (O-Hb)、脱酸素化ヘモグロビン (dO-Hb) 量、表面筋電位測定をおこなった。座位安静時の O-Hb と dO-Hb の基準量と上肢挙上時の動作時量との差である変動量を用いて解析を行った。圧痛と筋硬結がある者の dO-Hb の基準量・変動量ともに正常者に比べて有意に低下するなどの所見が得られた。dO-Hb は管理区分、筋触診所見、自覚症状と有意な相関を示した。以上から dO-Hb は上肢筋骨格系障害における客観的な指標として有用であることがわかった。逆に、管理区分、筋触診所見、自覚症状は O-Hb に裏付けられて有効であることが示唆された。頸肩腕障害における末梢神経症状と中枢神経症状の客観的な裏付けを得ることを目的にして、患者 27 名、亜臨床者 14 名、健常対照者 22 名に、手指の神経伝導速度、事象関連電位 P300 の測定を行った。健常対照者に比べて、患者は示指の橈骨神経伝導速度有意な低下、聴覚 P300 の潜時の有意な延長、振幅の有意な低下を示し、聴覚 P300 潜時と中枢神経に係わる自覚症状のスコアとの有意な相関が認められた。頸肩腕障害患者においては、末梢神経症状は末梢神経以外の部位または関連痛などによる可能性が示唆され、高次脳機能の低下が示唆された。寒冷の頸肩腕の自覚症状に対する影響を検討するために、一事業所に所属する男性の屋内電気工事従事者を対象に冬期と夏期に同一の調査を実施し、冬期と夏期における頸肩腕をはじめとした自覚症状の有訴率の比較を行った。対象者の頸肩腕および手の「こり、だるさ」、左側の「腕の痛み」および両側の「手指の痛み」の有訴率は、冬期が夏期より有意に高率であった。さらに課長未満では両側の「肩の痛み」および左側の「腕の痛み」の有訴率は、冬期が夏期より有意に高率であった。最近 1 か月間の日常生活の不便・苦痛の中で、対象者全体および課長未満では「腕や肩の症状のために作業を続けるのがつらい」、「背筋を伸ばしたりそらすと腰が痛い」の有訴率は、冬期が夏期より有意に高く、さらに課長未満では「座ったり立ち上がるとき腰が痛い」の有訴率は、冬期が夏期より有意に高かった。以上から、寒冷の筋骨格系の自覚症状への影響は、年齢が低く、職歴や喫煙歴が短い者に顕著に現れると考えられる。

A. 研究目的

頸肩腕障害など、上肢における筋骨格系障害の診断と防止に役立ち得る客観的な指標を確立することを目的にして、頸肩腕障害患者、症状所見はあるが患者には至らない亜臨床者、健常者について、(1)病態別の筋組織内における血液の動態のパターンを明らかにする、(2)神経生理学的指標の測定、などをおこなった。(3)寒冷曝露が上肢筋骨格系障害に影響を与えることを明らかにする目的で、夏と冬の屋内電気工事従事者における頸肩腕障害に関する自覚症状と職階による差異などを調べた。

B. 研究方法

1. 上肢挙上動作時の僧帽筋におけるヘモグロビン動態の検討

1) 対象 文書による検査の説明をおこなった後に同意書に署名した84名(女性60名、男性24名、昨年度自覚症状調査を行った生協職員を含む)を対象とした。

2) 方法 昨年度研究により定めた方法にしたがった。被験者の頸肩腕部の自覚症状を聴取し、頸肩腕障害の検診方法による検査ならびに経験ある医師が同部位の触診をおこなった。被験者は安楽な姿勢で肘置き付きの椅子に5分以上着座した後に立位で1分間の両上肢を水平側方挙上を、10分間の休憩を挟んで2回おこない、右側僧帽筋の表面筋電位ならびに筋内ヘモグロビン動態を測定した。測定位置は第7頸椎棘突起と肩峰の midpoint から内側2cmとした。筋組織内ヘモグロビンはレーザー組織血液酸素モニター(Omega Monitor BOM-L1TR)を用い、皮膚表面から15mmの筋組織内の酸素化ヘモグロビン(O-Hb)、脱酸素化ヘモグロビ

ン(dO-Hb)量を測定した。O-HbとdO-Hbについては、座位安静時の基準量と上肢挙上時の動作時量との差である変動量を用いて解析を行った。被験者の管理区分・自覚症状・触診所見・各種検査別にO-HbとdO-Hbの基準量と変動量を検討した。

2. 神経生理学的指標の測定

1) 対象 1. の検査に協力を得た被験者など、頸肩腕障害患者27名、亜臨床者14名、健常者22名を対象とした。

2) 方法 指および手首の感覚神経伝導速度SCVと誘発脳波の一種である事象関連電位P300(聴覚、視覚刺激)をおこなった。

3. 屋内電気工事従事者の冬期と夏期における頸肩腕の自覚症状調査

電気工事従事者120名を対象に、平成15年2月(冬期)と同年8月(夏期)に無記名自記式のアンケート調査を行い、冬期には74名(回収率61.6%)、夏期には83名(回収率69.2%)から回答を得た。

C. 研究結果

1. 上肢挙上動作時の僧帽筋におけるヘモグロビン動態の検討

頸肩腕部の自覚症状、頸肩腕障害の検査、同部位の触診ならびに表面筋電位、筋内ヘモグロビン量のデータが揃った被験者60名について解析が可能であった。圧痛と筋硬結とを有する被験者のdO-Hbの基準量・変動量ともに正常者に比べて有意に低下し、硬結を有する者はO-Hb基準量とdO-Hb量の変動量が正常者に比べて有意に低下していた。dO-Hbは管理区分、筋触診所見、自覚症状と有意な相関を示した。

2. 神経生理学的指標の測定

各項目に人数の違いがあったが、示指の

橈骨神経浅枝の感覚神経伝導速度のみ3群間で有意であり、健常者と患者との間に有意差が認められた。患者の聴覚P300の潜時と振幅は健常者に比べて有意に遅延・低下し、自覚症状のスコアと有意な相関を示した。

3. 屋内電気工事従事者の冬期と夏期における頸肩腕の自覚症状調査

対象者の最近1ヶ月の部位別症状について、「肩の痛み」の有訴率は、両側ともに課長未満で冬期が夏期より有意に高く($P<0.05$)、「腕の痛み」の有訴率は、右側では課長未満で、左側では対象者全体および課長未満でそれぞれ冬期が夏期より有意に高かった($P<0.05$)。「腕のしびれ」有訴率は、右側のみ課長未満で冬期が夏期より有意に高かった($P<0.05$)。「手指の痛み」の有訴率は、両側ともに対象者全体で冬期が夏期より有意に高かった($P<0.05$)。「手指のしびれ」有訴率は、左側のみ課長未満で冬期が夏期より有意に高かった($P<0.05$)。「手指の冷え」の有訴率は、両側ともに対象者全体および課長未満で冬期が夏期より有意に高かった($P<0.01$)。「手指の動きが悪い」の有訴率は、両側ともに対象者全体および課長未満で冬期が夏期より有意に高かった($P<0.05$)。

D. 考察

上肢挙上動作時の僧帽筋におけるヘモグロビン動態の結果から、d0-Hb および 0-Hb は上肢筋骨格系障害における客観的な指標として有用であることがわかった。管理区分と d0-Hb が有意な相関を示したことは、

d0-Hb は頸肩腕障害の病態と関連して変動することを示唆しており、検診の判断情報となり得ると考えられた。逆に言えば、管理区分、筋触診所見、自覚症状は d0-Hb に裏付けられて有効であることが示唆された。d0-Hb の変動量が筋硬結と圧痛を有する者で減少していたことは、筋血流と筋痛との関連性を示すものと考えられた。

神経生理学的指標の測定において、SCV の低下が示指の橈骨神経浅枝に限定されたことは、頸肩腕障害患者の末梢神経症状は末梢神経以外の部位または関連痛などによる可能性が示唆された。聴覚P300潜時・振幅の患者における有意な延長・低下は、患者における高次脳機能の低下が示唆された。また、P300潜時と自覚症状スコアとの有意な相関から、自覚症状の有用性が裏付けられた。

電気工事従事者における「肩の痛み」の有訴率は過去に報告されたコンピュータ関連産業の男性VDT作業員より高率であり、腕および手の「痛み」の有訴率は男性手話通訳者、上記男性VDT作業員の高率であったことから、調査対象者に頸肩腕障害が多発している可能性が示唆された。電気工事従事者における解析対象者が冬期と夏期ですべて同一でないため断定はできないが、自覚症状調査の結果から寒冷の筋骨格系の自覚症状への影響は、年齢が低く、職歴や喫煙歴が短い者に顕著に現れると考えられた。換言すれば、年齢が低く、職歴や喫煙歴が短い者ではこれらの自覚症状は固定されたものでなく、暖めれば消失する可能性がある。

II. 分担研究報告

分担報告書

上肢における筋骨格系障害の診断と防止に関する研究
—上肢挙上動作時の僧帽筋におけるヘモグロビン動態の検討—

分担研究者 埴田和史 滋賀医科大学助教授
(研究協力者 滋賀医科大学予防医学 辻村裕次、北原照代)

研究要旨：頸肩腕部の自覚症状、頸肩腕障害の検査、同部位の触診ならびに表面筋電位、筋内ヘモグロビン量のデータが揃った被験者 60 名について解析した。筋内ヘモグロビン量の測定は、5 分以上着座後に立位で 1 分間の両上肢の水平挙上を、休憩を挟んで 2 回おこない、レーザー組織血液酸素モニターを用いて右側僧帽筋筋腹における筋組織内の酸素化ヘモグロビン (O-Hb)、脱酸素化ヘモグロビン (dO-Hb) 量ならびに表面筋電位測定をおこなった。O-Hb と dO-Hb については、座位安静時の基準量と上肢挙上時の動作時量との差である変動量を用いて解析を行った。被験者の管理区分・自覚症状・触診所見・各種検査別に O-Hb と dO-Hb 検討した結果、圧痛と筋硬結とを有する被験者の dO-Hb の基準量・変動量ともに正常者に比べて有意に低下し、硬結を有する者は O-Hb 基準量と dO-Hb 量の変動量が正常者に比べて有意に低下していた。dO-Hb は管理区分、筋触診所見、自覚症状と有意な相関を示した。以上から dO-Hb は上肢筋骨格系障害における客観的な指標として有用であることがわかった。逆に、管理区分、筋触診所見、自覚症状は O-Hb に裏付けられて有効であることが示唆された。

A. 研究目的

上肢筋骨格系障害である頸肩腕障害は自覚症状が先行して現れる疾患であり、その診断や治療効果の判定に役立つ客観的な検査手法の確立が課題とされている。平成 14 年度に、頸肩腕障害患者に頻発する肩部筋症状（こり、痛み、硬結、など）に注目して、筋組織内の酸素化ヘモグロビン (O-Hb) および脱酸素化ヘモグロビン (dO-Hb) の動態との関連性の検討を試みたところ、筋触診所見の違いによりヘモグロビン動向が異なる可能性を示唆する結果

を得た。そこで、本年度は測定手技を確立し、現在治療中の患者、亜臨床状態の上肢作業者、健常者を対象に検査事例を増やし、頸肩腕障害の定型的な検診項目や自覚症状などとの関連性を検討した。

B. 研究方法

1. 対象：被験者は、現在、医療機関で頸肩腕障害の治療管理を受けている者で主治医が抽出した者、手話通訳者および生協物流センターにて VDT 作業やピッキング作業に従事している者で頸肩腕障害

に関する特殊検診を受診した者、および
上肢作業に従事しておらず頸肩腕部に持
続するこり・だるさや痛みの症状がない
健常者とした。被験者には実験内容や実
験方法についてあらかじめ十分な情報を
提供し、書面にて実験参加への同意を得
た。測定は、東京、岐阜、滋賀、大阪、
熊本で行った。

2. 方法：職歴、身体部位別自覚症状を
問診した後、頸肩腕障害の検診方法に基
づき機能検査と診察を行い、管理区分を
判定した。検査項目は、指尖振動感覚閾
値（左右、3指）、手背皮膚温、タッピン
グ検査（左右第3指、30秒間）、ピンチ
力（左右、第1-2指間、第1-3指間）、
握力、肩腕力（押し力、引き力）とした。
握力は左右交互に連続して5回反復測定
し、初めの2回の測定値のなかで大きい
値を「最大」握力、終わりの2回の測定
値のなかで小さい値を「最小」握力とし
た。診察は、頸肩腕障害に関する検診に
熟練した医師が、頸肩腕部背部の視触診、
関節可動域および胸郭出口症状に関する
肢位誘発試験などにより行った。

機能検査および診察を終えた被験者には、
肘置きの高さを被験者の快適位置に
調節した椅子に安楽な姿勢で5分間以上
着座させた後に、立位で1分間の両上肢
水平側方挙上動作を、10分間の休憩を挟
んで2回行なわせた。この間、右側僧帽
筋の表面筋電図実効値（sEMG）および筋
組織内ヘモグロビン動態を測定した。

3. 組織内ヘモグロビン測定：筋組織内
ヘモグロビンはレーザー組織血液酸素モ
ニター（Omega Monitor BOM-L1TR）を用
い、皮膚表面より深度15mm（8~16mm）の

筋組織内の酸素化ヘモグロビン（O-Hb）
と脱酸素化ヘモグロビン（dO-Hb）量を測
定した。

測定部位は、右側僧帽筋内で第7頸椎棘
突起と肩峰との中点より内側2cm付近と
した。時定数2秒で測定したデータをAD
変換・記録部分（TEAC DR-C2）を介して
メモリーカードに記録し、研究室にて
100msecごとの値に変換して解析した。

4. 表面筋電位測定：筋組織内ヘモグロ
ビンの測定部位近傍に電極を2cm間隔で
貼付し表面筋電位を測定した。筋電位測
定装置は、増幅・実効値演算部分とAD変
換・記録部分（TEAC DR-C2）から構成さ
れており、10msecごとの実効値（時定数
50msec）をメモリーカードに記録した。
電極（Medicotest E-10-VS）には少量の生
体電極用ペースト（Beckman社製）を塗
布し、エタノールで十分に清拭した皮膚
に貼付した。

5. 筋組織内ヘモグロビンの解析：

1) 上肢挙上時のヘモグロビン変動量

動作中のヘモグロビンの変化総量を検
討するために、座位安静中（筋電位、ヘ
モグロビン値から安静保持ができてい
ると判断できた連続した4分間）の平均ヘ
モグロビン量を基準量とし、挙上開始5
秒後から挙上終了5秒前までの50秒間の
平均値を動作時量とし、基準量と動作時
量との差を変動量として算出し検討した。

2) 身体部位別自覚症状、検診所見とヘモグ
ロビン変動量との関連性を検討した。

(1) 右肩触診所見より被験者を、正常群、
筋硬結群、筋硬結・圧痛群の3群に分け、
群間でのヘモグロビン動態の差異を検討
した。

(2)身体部位別自覚症状について、頸肩腕部の最近1～2か月間の「痛み」の自覚症状について、「無い」「時々ある」「いつもある」「いつも強くある」に該当する場合は0点、1点、3点、6点を配した。

6. 統計解析：独立した二群間の差の検定にはMann-Whitney検定を、群間での比率の検定には χ^2 検定を、多群間での差の検討には、一元配置分散分析および多重比較検定法(LSD法)を用い、群間の相関性にはPearsonの相関係数およびSpearmanの順位相関係数を求めた。統計解析には、SPSS for the Macintosh Release 6xJを用い、有意水準はいずれも $p=0.05$ とした。

C. 研究結果

1. 被験者概要：84名の被験者の平均年齢41.8(22～56)歳、女性60名、男性24名であった。84名うち、7名はヘモグロビンおよび表面筋電位測定と問診、筋触診のみ行った。17名については、ヘモグロビンおよび表面筋電位測定時の設定条件が他と異なり、測定手技・機器の不都合により解析可能なデータが得られなかった。従って、ヘモグロビン、表面筋電位および検診結果がすべてそろった被験者は60名であった。検診結果に関する解析は77名を対象に、ヘモグロビン動態と自覚症状や筋触診所見との関連性に関する解析は67名を対象に、ヘモグロビン動態と検診時検査項目に関する解析は60名を対象に行った。

2. 頸肩腕障害検診結果

1)被験者の頸肩腕障害管理区分
自覚症状、検査結果、診察所見を総合して判断した管理区分は、正常(A)、軽度

異常・要注意(B1)、異常・要業務制限・加療(B2)、異常・休業加療(C)の4区分である。管理区分別の男女構成比を表1に示した。C区分に判定された男性はいなかった。年齢構成は管理区分間で差がなかった。性別構成は、C群を除いた3群間で差がなかった。

2)管理区分別、タッピング30秒値、ピンチ力、握力、押し力、引き力

検査項目の中で、タッピング30秒値、ピンチ力、握力(「最大」握力、「最小」握力)、押し力、引き力には性差が認められた。そこで、女性被験者の右側で測定されたそれらの値について管理区分間を要因として一元配置分散分析を行い、要因間で多重比較(LSD検定)した(表2)。タッピング、ピンチ力、「最大」握力、「最小」握力、押し力、引き力いずれも群間で差が認められた。

3)管理区分別、肩部筋触診所見、指尖振動感覚閾値、手背皮膚温

肩、頸、腕の痛みの自覚症状、肩部筋触診所見(筋触診所見)、指尖振動感覚閾値(振動覚)、手背皮膚温(皮膚温)については性差が認められなかった。そこで全被験者の右側のこれらの値について管理区分を要因として比較した(表3)。

肩、頸、腕の痛みの自覚症状、筋触診所見、振動覚閾値、皮膚温いずれも群間で差が認められた。

4)検査値と管理区分、筋触診所見、肩、頸、腕の痛みの自覚症状との相関

検査所見(タッピング、ピンチ力、「最大」握力、「最小」握力、押し力、引き力、振動覚、皮膚温)と、管理区分、筋触診所見、肩、頸、腕の痛みの自覚症状との関係

を検討した (表 4)。

タッピング、ピンチ力、「最大」握力、「最小」握力、押し力、引き力と、管理区分、筋触診所見、肩、頸、腕の痛みの自覚症状との間には有意な関連性が認められたが、皮膚温については認められなかった。

3. 上肢挙上時のヘモグロビン量：上肢挙上動作中のヘモグロビン量として、基準量、動作時量、変動量を表 5 に示した。同一管理区分に分類される被験者について、性や年齢と各ヘモグロビン量について検討したが、有意な差は認められなかった。

4. 上肢挙上時のヘモグロビン量と頸肩腕障害諸所見との関連：

1)管理区分、筋触診所見別のヘモグロビン基準量、変動量

ヘモグロビン基準量、変動量について管理区分と筋触診所見を要因として比較した (表 6)。管理区分間ではヘモグロビン量に差が認められなかった。筋触診所見については、基準量の O-Hb および dO-Hb、変動量の dO-Hb に関して要因間で差が認められた。特に、変動量の dO-Hb ではすべての要因間で差が認められた。

2)管理区分、筋触診所見、痛みの自覚症状とヘモグロビン基準量、変動量との関係

管理区分、筋触診所見、肩頸腕の痛みの自覚症状とヘモグロビン基準量、変動量との関係を検討した (表 7)。筋触診所見と基準量 dO-Hb とは有意な相関 ($r=-0.267$, $p=0.029$) を示した。変動量 dO-Hb は、管理区分 ($r=-0.267$, $p=0.029$)、筋触診所見 ($r=-0.483$, $p=0.022$)、肩の痛みの自覚症状 ($r=-0.258$, $p=0.045$)、頸の痛みの自覚症状 ($r=-0.290$, $p=0.026$) と有意な相関を示した。

3)タッピング、ピンチ力、「最大」握力、

「最小」握力、押し力、引き力とヘモグロビン基準量、変動量との関係

右側タッピング 30 秒値、右側第 1-3 指間ピンチ力値、右側「最大」握力、右側「最小」握力、押し力、引き力とヘモグロビン基準量、変動量との関係を検討した (表 8)。ヘモグロビン基準量、変動量と有意な相関を示す検査項目はなかった。

D. 考察

1. 筋血流測定方法について：本研究では右中部僧帽筋筋腹部に相当する部位で深さ 15mm 近傍の血流を測定した。同部位は僧帽筋の筋負担を筋電図学的に評価する際に一般的に選択される部位である。初年度に体脂肪率が 34% から 18% の 20 名の被験者について同部位の皮脂厚を、超音波エコー測定装置を用いて測定したところ、最大皮脂厚は 10mm であったことから、15mm の深さに設定した測定条件は筋内ヘモグロビンの測定に適していた。測定に際しての時定数は、1 秒および 5 秒の設定についても検討したが、解析時の情報量としては 2 秒の設定が最適であった。

2. 上肢挙上動作について：負荷動作として 1 分間の上肢水平側方挙上を選択した理由は、この負荷は頸肩腕障害に関する検診や治療場面で一般的に実施される負荷試験であり、負荷による被験者への危険が倫理上許容されると考えたからである。文献的には同負荷は 10~15% MVC 負荷強度であり、この程度の負荷であれば筋収縮に伴う内圧の変化が筋内血流に与える影響は少ないとされており、血流の変動に影響する他の要因を検討することができると考えたからである。また、経験的に頸肩腕障

害の進行とともに上肢の挙上や1分間の保持が困難となることが知られており、頸肩腕障害の病態を反映した負荷であると推定したからである。本研究では、現在医療機関で治療中の患者の中に1分間の挙上保持が困難な者が数名いたが、多くの被験者では特別な問題を生じることなく実施することができた。

3. 上肢挙上に伴うヘモグロビンの変動パターンと評価指標について：上肢挙上に伴うヘモグロビンの変動には、挙上動作にかかわる筋収縮と筋収縮に関連する筋内圧の変化、酸素需給刺激、代謝産物の影響などが複雑に関与すると考えられる。実際の変動パターンをみても、挙上動作と一致した O-Hb や dO-Hb の比較的大きな変動とその後の基準値へ回復する動き、また、上肢を下垂させた後の O-Hb や dO-Hb の変動と被験者によってその変化速度や変動量やパターンは異っていた。10~15%MVC の持続する負荷であれば、動作初期に筋内圧の変化等の血流阻害要因が働いたとしても、酸素供給刺激等により筋内血流は増加すると考えられている。そこで本研究では、挙上に伴う変動部分と下垂動作に関連する部分を排して挙上維持中のヘモグロビン変動量に注目した。

4. ヘモグロビン量と頸肩腕障害諸所見と関連性について：上肢挙上負荷による dO-Hb の変動量は、検診の管理区分判定、右肩部筋触診所見、右肩および右頸部の痛みの自覚症状と有意に関連していた。検診の管理区分はタッピング、ピンチ力、握力、押し力、引き力、振動感覚閾値、皮膚温値や自覚症状、触診等の診察所見を総合して医師が判定している。判定区分と dO-Hb

の変動量が有意な相関を示したことは、dO-Hb の変動量が頸肩腕障害の病態と関連して変動することを示唆しており検診の判断情報になり得ると考えられる。本研究では、dO-Hb の変動量を含むヘモグロビン量について、性別間や年齢間で差を認めなかったが、今後は測定例を増やして性や年齢を踏まえた正常値を確定し、判断基準を作成する必要がある。

右肩部筋触診所見と dO-Hb の変動量が有意な関連を示し、正常所見筋に比べて硬結筋、硬結・圧痛筋で、硬結筋に比べて硬結・圧痛筋で dO-Hb の変動量が減少した。筋硬結部位では筋収縮以前から筋内圧が上昇しており、筋収縮により筋内圧が一層上昇すると推定される。筋内圧の上昇は筋組織レベルでの細動脈の駆動圧に拮抗することになり血液の筋組織内へ流入を阻害する。筋内圧の上昇が静脈系に与える影響は動脈系への影響より及びやすく、血流の鬱滞などが生じやすい。筋内圧が 20mmHg 程度上昇することが筋組織内の血流分布に影響を与えることは報告されている (Korner et al., 1988)。安静時の dO-Hb も筋硬結や硬結・圧痛に伴い有意に減少していたことから、筋硬結の存在が筋収縮以前の段階の筋血流に影響を与えていることが推定された。

圧痛など筋組織に由来する痛みは、筋内圧とは異なる作用で筋血流の動向に影響を与える。肩や頸の痛みの自覚症状と dO-Hb の変動量が有意な関連を示し、筋触診所見において硬結に加えて圧痛所見が認められた者でより dO-Hb の変動量が減少していたことは、痛みが筋血流に影響することを示すものと考えられた。痛みが筋

血流動向に及ぼす影響は複雑な系を介している。例えば、筋硬結の原因である筋線維の持続した収縮は、筋紡錘線維の持続した興奮を惹起し痛みに対する感受性を亢進させ、筋動作に伴う物理的な刺激や嫌気的な代謝を起点とした痛み刺激が交感神経を介して末梢での筋血流を減少させる経路などが考えられる。今回の測定で観察された、硬結・圧痛の筋触診所見がある被験者で O-Hb が上肢挙上によって急激に減少した事例には、こうした機序も関与している可能性が考えられる。また、慢性の筋痛を訴える患者の筋組織では痛みの無い者の筋組織に比べて筋線維間の血管分布が減少していたとの報告があり、血管分布の違いもヘモグロビン量に関与している可能性が考えられる。

E. 結論

1. 頸肩腕障害患者および健常者を対象に、レーザー組織血液酸素モニター装置を用いて上肢水平側方挙上時の僧帽筋内のヘモグロビン動態を測定し、自覚症状、筋触診所見、握力等機能検査所見、管理区分との関連性を検討した。
2. 上肢挙上時の脱酸素化ヘモグロビンの変動量は、管理区分、筋触診所見、頸部、肩部の痛みの自覚症状と有意な関連を持っており、症状の悪化に伴って減少した。これらの反応は、頸肩腕障害の発生機序に

関する知見と矛盾しなかった。

3. レーザー組織血液酸素モニター装置を用いた筋内ヘモグロビン測定は、自覚症状や筋触診など客観化が困難とされてきた頸肩腕障害の診断に客観的な診断根拠を提供する可能性がある。

4. 今後の課題としては、

- 1) 正常者の測定事例を増やして正常値を定めること
- 2) 同一患者内での症状経過と筋内ヘモグロビン動向との関連性を検討し、治療効果の判定への利用可能性を追求すべきと考える。

F. 研究発表

1. 論文発表 なし

2. 学会発表

- ・第 77 回日本産業衛生学会一般講演 埤田和史、北原照代、辻村裕次、西山勝夫 (滋賀医大予防医学)、平田 衛 (独法産医研) 「頸肩腕障害における筋触診所見と筋内ヘモグロビン動態」

- ・第 77 回日本産業衛生学会シンポジウム 「作業関連運動器障害 (WRMSD) ー概念・要因・対策の新しい流れ」埤田和史「作業関連運動器障害の発症要因と予防のための課題」

G. 知的所有権の取得状況

- なし

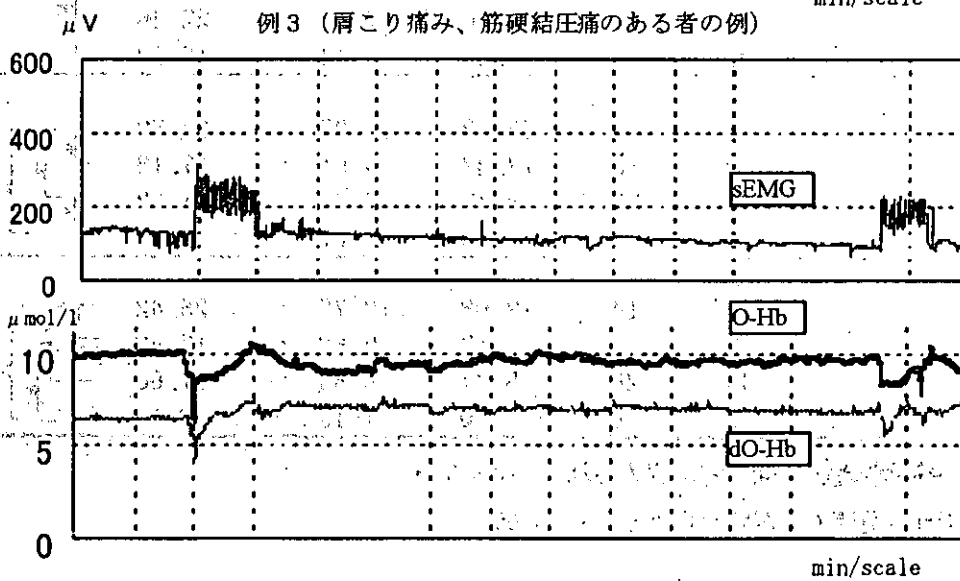
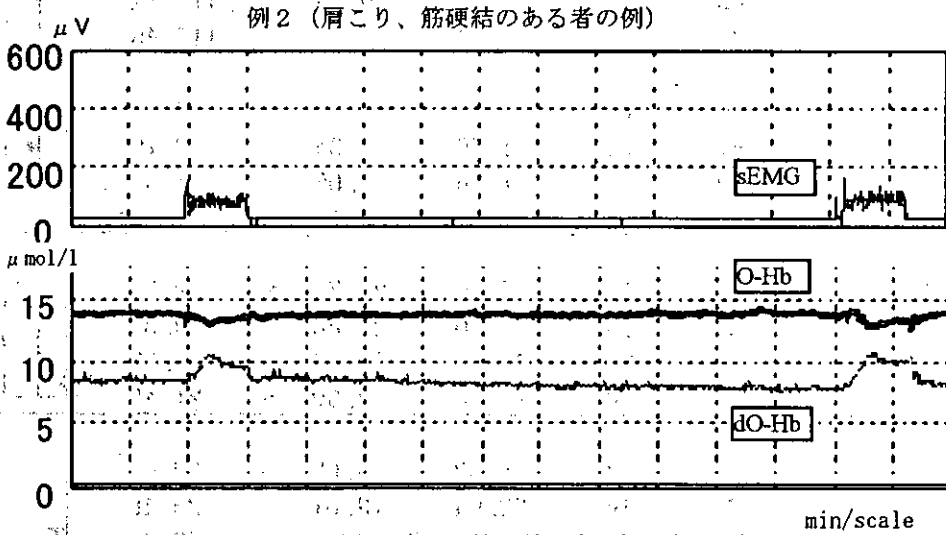
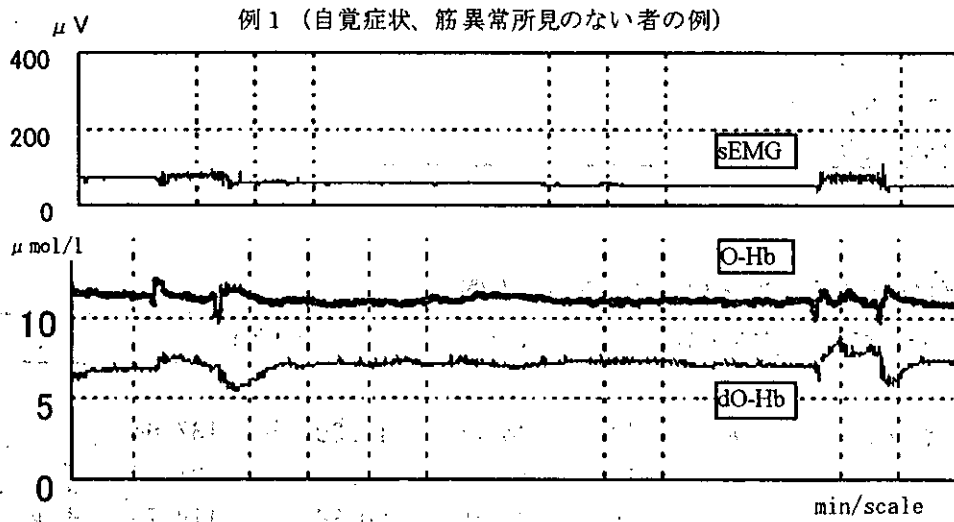


図 上肢挙上時右僧帽筋内ヘモグロビン測定例

表1 管理区分別性比 (%)

管理区分	人	女	男
正常 (A)	17人	82	18
軽度異常・要注意 (B1)	28人	57	43
異常・要制限・加療 (B2)	25人	80	20
異常・休業加療 (C)	8人	100	0

表2 検診管理区分別自覚症状・検査値 (女性、右側)

自覚症状・検査項目	管理区分	n	平均	95%CI	
タッピング					
(第3指、30秒値)	A	14	126.71	116.39 ~ 137.04	
	B1	16	117.06	102.34 ~ 131.78	
	B2	20	100.30	80.84 ~ 119.76	
	C	8	79.13	42.80 ~ 115.45	
ピンチ力					
(第1-3指、kg)	A	14	2.71	2.21 ~ 3.21	
	B1	16	1.76	1.34 ~ 2.19	
	B2	20	1.46	1.05 ~ 1.87	
	C	8	1.01	0.15 ~ 1.87	
最大握力					
(5回法、kg)	A	14	27.80	25.70 ~ 29.85	
	B1	16	25.00	20.60 ~ 29.39	
	B2	20	22.80	20.10 ~ 25.52	
	C	8	15.00	8.90 ~ 21.46	
最小握力					
(5回法、kg)	A	14	26.82	25.02 ~ 28.62	
	B1	16	22.04	18.61 ~ 25.48	
	B2	20	20.00	17.54 ~ 22.46	
	C	8	12.08	8.14 ~ 15.98	
押し力					
(kg)	A	14	22.92	18.03 ~ 27.82	
	B1	16	13.47	9.51 ~ 17.12	
	B2	20	8.77	6.21 ~ 11.32	
	C	8	3.60	-0.57 ~ 7.77	
引き力					
(kg)	A	14	22.08	18.75 ~ 25.42	
	B1	16	13.47	9.52 ~ 17.42	
	B2	20	8.77	6.53 ~ 11.00	
	C	8	4.00	-1.19 ~ 9.19	

★：すべての検診管理区分間で差が認められる。p < 0.05

*： 検診管理区分間で差が認められる。p < 0.05

表3 検診管理区分別自覚症状・所見・検査値（右側）

自覚症状・所見・検査項目	管理区分	n	平均	95%CI			
肩いたみ	A	17	0.06	-0.07	~	0.18	★
	B1	27	0.89	0.45	~	1.33	
	B2	25	3.04	2.35	~	3.37	
	C	8	4.63	2.96	~	6.29	
頸いたみ	A	17	0.06	-0.07	~	0.18	★
	B1	27	0.89	0.34	~	1.44	
	B2	24	2.54	1.92	~	3.16	
	C	8	4.63	2.96	~	6.29	
腕いたみ	A	17	0.00	0.00	~	0.00	★
	B1	27	0.41	0.13	~	0.68	
	B2	24	1.63	0.87	~	2.38	
	C	8	4.00	2.10	~	5.90	
筋触診所見 (肩)	A	17	0.35	0.10	~	0.61	★
	B1	28	1.25	1.05	~	1.45	
	B2	24	1.76	1.58	~	1.94	
	C	8	2.00	2.00	~	2.00	
振動覚 (第3指、dB)	A	17	-6.18	-8.21	~	-4.14	★
	B1	27	4.72	-6.85	~	-2.59	
	B2	24	-2.50	-5.55	~	-0.55	
	C	8	0.63	-5.47	~	6.72	
皮膚温 (手背、℃)	A	13	32.59	31.50	~	33.70	★
	B1	21	30.39	28.40	~	32.40	
	B2	17	33.11	31.10	~	35.09	
	C	5	28.80	22.30	~	35.33	

★：すべての検診管理区分間で差が認められる。p < 0.05

*： 検診管理区分間で差が認められる。p < 0.05

表4 検査値と管理区分、筋触診所見、痛みの自覚症状との相関（右側検査値）

検査項目	管理区分	筋触診所見	痛みの自覚症状		
			肩	頸	腕
タッピング (第3指、30秒値)					
相関係数	-0.424	-0.313	-0.356	-0.268	-0.298
p	0.001 > #	0.017 #	0.006 #	0.044 #	0.024 #
*1 n	58	58	57	57	57
ピンチ力 (第1-3指)					
相関係数	-0.538	-0.376	-0.347	-0.430	-0.393
p	0.001 > #	0.004 #	0.008 #	0.001 > #	0.002 #
*1 n	58	58	57	57	57
「最大」握力					
相関係数	-0.495	-0.204	-0.413	-0.488	-0.441
p	0.001 > #	0.124	0.001 #	0.001 > #	0.001 #
*1 n	58	58	57	57	57
「最小」握力					
相関係数	-0.640	-0.357	-0.563	-0.647	-0.571
p	0.001 > #	0.006 #	0.001 #	0.001 > #	0.001 #
*1 n	58	58	57	57	57
押し力					
相関係数	-0.699	-0.454	-0.631	-0.646	-0.499
p	0.001 > #	0.001 > #	0.001 > #	0.001 > #	0.001 > #
*1 n	49	49	49	49	49
引き力					
相関係数	-0.723	-0.505	-0.652	-0.678	-0.573
p	0.001 > #	0.001 > #	0.001 > #	0.001 > #	0.001 > #
*1 n	49	49	49	49	49
振動覚					
相関係数	0.278	0.118	0.54	0.484	0.408
p	0.015 #	0.308	0.001 > #	0.001 > #	0.001 > #
*2 n	77	77	76	76	76
皮膚温					
相関係数	0.080	0.183	0.013	0.096	0.104
p	0.56	0.178	0.924	0.488	0.45
*2 n	56	56	55	55	55

相関係数：Spearman の順位相関係数 # : p < 0.05

*1 : 女性のみ

*2 : 全被験者

表5 ヘモグロビン量 (μmol/l)

	n	O-Hb			dO-Hb		
		平均	最大	最小	平均	最大	最小
基準量	67	9.7	15.0	6.5	6.7	11.6	2.1
動作時量	67	9.4	14.2	5.8	7.3	15.3	2.6
変動量	67	-0.8	1.0	-3.2	0.8	5.7	1.7

表6 管理区分、筋触診所見別ヘモグロビン量 (μmol/l)

筋所見	n	基準量			
		O-Hb	95%CI	dO-Hb	95%CI
管理区分					
A	16	9.66	8.96~10.35	7.09	5.95~8.22
B1	25	9.04	8.42~9.66	6.14	5.29~7.00
B2	16	9.76	8.75~10.78	6.60	5.59~7.61
C	4	10.20	9.41~10.99	6.55	2.81~10.29
筋所見					
正常	16	10.57	9.47~11.67	7.68	6.53~8.83
硬結	25	9.36	8.62~10.09	6.54	5.75~7.32
硬結・圧痛	26	9.51	8.96~10.13	6.15	5.33~6.96
変動量					
筋所見	n	O-Hb	95%CI	dO-Hb	95%CI
管理区分					
A	16	-0.16	-0.63~0.30	1.07	0.25~1.90
B1	25	-0.36	-0.71~-0.02	0.85	0.13~1.56
B2	16	-0.3	-0.92~0.32	0.03	-0.70~0.75
C	4	0.18	-0.75~1.10	0.29	-1.88~2.46
筋所見					
正常	16	-0.26	-0.81~0.30	1.92	1.09~2.74
硬結	25	-0.37	-0.80~0.06	0.87	0.22~1.53
硬結・圧痛	26	-0.14	-0.44~0.16	0.04	-0.56~0.55

* p < 0.05

表7 ヘモグロビン量と管理区分、筋触診所見、痛みの自覚症状との相関

ヘモグロビン	管理区分	筋触診所見	痛みの自覚症状 (右側)		
			肩	頸	腕
基準量 O-Hb					
相関係数	0.058	-0.149	0.045	0.064	0.206
p	0.658	0.227	0.736	0.631	0.118
n	61	67	59	59	59
dO-Hb					
相関係数	-0.086	-0.267	-0.124	-0.020	0.083
p	0.508	0.029 #	0.349	0.878	0.533
n	61	67	59	59	59
変動量 O-Hb					
相関係数	0.048	-0.080	0.082	0.132	0.003
p	0.715	0.950	0.538	0.319	0.984
n	61	67	59	59	59
dO-Hb					
相関係数	-0.258	-0.483	-0.290	-0.307	-0.244
p	0.045 #	0.022 #	0.026 #	0.018 #	0.063
n	61	58	59	59	59

相関係数：Spearman の順位相関係数、#：p<0.05

表8 ヘモグロビン量と検査値との相関 (女性、右側検査値)

検査項目	基準ヘモグロビン量		変動ヘモグロビン量	
	0-Hb	d0-Hb	0-Hb	d0-Hb
タッピング (第3指、30秒値)				
*相関係数	-0.110	0.215	0.04	-0.097
p	0.484	0.167	0.799	0.537
n	43	43	43	43
ピンチ力 (第1-3指)				
*相関係数	-0.161	0.031	0.237	-0.057
p	0.301	0.844	0.126	0.718
n	43	43	43	43
「最大」握力 (5回法)				
*相関係数	-0.235	0.154	0.147	-0.143
p	0.130	0.325	0.346	0.359
n	43	43	43	43
「最小」握力 (5回法)				
*相関係数	-0.134	0.193	0.047	-0.065
p	0.392	0.215	0.766	0.678
n	43	43	43	43
押し力				
*相関係数	0.010	0.265	-0.020	-0.020
p	0.953	0.108	0.993	0.903
n	38	38	38	38
引き力				
*相関係数	-0.162	0.150	-0.150	-0.154
p	0.332	0.369	0.369	0.928
n	38	38	38	38

* : Pearson の相関係数

分担報告書

上肢における筋骨格系障害の診断と防止に関する研究

—上肢における筋骨格系障害と神経機能—末梢神経伝導速度と事象関連電位—

主任研究者 平田 衛（独立行政法人産業医学総合研究所）

研究要旨 頸肩腕障害における末梢神経症状と中枢神経症状の客観的な裏付けを得ることを目的にして、患者 27 名、亜臨床者 14 名、健常対照者 22 名に、手指の神経伝導速度、事象関連電位 P300 の測定を行った。患者において健常対照者に比べて患者では示指の橈骨神経伝導速度有意な低下、聴覚 P300 の潜時の有意な延長、振幅の有意な低下が認められ、聴覚 P300 潜時と中枢神経に係わる自覚症状のスコアとの有意な相関が認められた。頸肩腕障害患者においては、末梢神経症状は末梢神経以外の部位または関連痛などによる可能性が示唆され、高次脳機能の低下が示唆された。

A. 研究目的

頸肩腕障害など上肢筋骨格障害においては、手や前腕などにおける Tingling などの末梢神経症状、集中困難などの中枢神経症状を示す。しかしながら、本障害については客観的な検査に基づいて本障害の診断を行うには不十分な点が多々あった。

末梢神経への影響について末梢神経伝導速度測定（NCV）などの評価手法が 70 年代から存在するにもかかわらず本障害の診断等に用いられずに今日に至っている。米国において本障害類似の上肢における Repetitive trauma syndrome が一定の神経所見を示すために手根管症候群（Carpal tunnel syndrome）とされて手根管除圧手術を施行されたが治療効果が見られなかったと言われている。CTS の診断には NCV が必須にもかかわらず、この場合では NCV がおこなわれなかったことも指摘されている。また、臨床的観察によれば、末梢神経症状は頸肩腕障害の全般的な軽快とともに減少することから、筋膜等の痛みの関連痛の可能性があり、その場合には NCV の低下は考えにくい。末梢神経症状の病態を明らかにする意味においても頸

肩腕障害において NCV を測定する意義がある。

本障害について中枢神経系への影響評価に脳波を用いる試みが 80 年代におこなわれたが、その後客観的評価指標を用いた中枢神経系への影響評価の研究はおこなわれていない。一方、心理生理学的手法として事象関連電位 Event-related Potentials (ERP) P300 の検討の進展とコンピュータ技術の発展により、事象関連電位 P300 が容易におこなわれるようになった。また、疲労の評価法として事象関連電位 P300 を検討した研究や、中枢神経症状を呈した振動障害患者において P300 潜時の遅延を示した研究もあるなど、労働衛生ないしは職業病に応用した研究が見られた。

本障害の神経系の症状所見を客観的な生理学的手法により検討し、本障害の生理学的な影響範囲を明らかにすることは、本障害の病態を的確にとらえ、診断し、さらには予防的な措置にも有用である。

本研究は、本障害について客観的なデータを得る目的で、本障害を有する患者、および症状所見があり亜臨床状態にあると考えら