

VDT 作業時のキーボード高と 肩腕部筋負担に関する研究

岡山大学医学部衛生学教室（指導：青山英康教授）

大 谷 透

（平成元年 3 月 23 日受稿）

Key words：筋電図，APD 分析法，肩腕部筋負担，VDT 作業，キーボード高

緒 言

近年、職場へのコンピューター導入が進み、テレビ画面を使用する VDT (Visual Display Terminal) 作業が急速に増加している。この VDT 作業の導入により、作業能率は向上したが、同時に頸肩腕障害、眼障害、精神的影響など、作業内容や方法に関連した健康障害の発生が指摘されるようになってきている^{1)~4)}。

このうち、頸肩腕障害は、古くから、書痙として知られていたが⁵⁾、産業医学の分野で注目されるようになったのは、1950年代の、いわゆるキーパンチャー病以後のことである⁶⁾⁷⁾⁸⁾。当初は「腱鞘炎」と呼ばれ、手指の過度の使用によるものと限定的に考えられていた⁷⁾⁸⁾。しかし、その後、タッチ数の制限等の手指の負担を軽減する対策が実施された⁶⁾にもかかわらず、スーパー・マーケットの金銭登録者の間に肩腕部の障害を主症状とした頸肩腕障害が多発した^{9)~12)}。これを契機として、手指の過度の使用のみならず、長時間にわたる上肢保持による静的筋負担が頸肩腕障害の発症要因として注目されるようになった⁹⁾¹³⁾¹⁴⁾。また、頸肩腕障害の多発職種もキーパンチャー、レジ作業等者のみならず、タイピスト、電話交換手、コンベア流れ作業、紙幣監査(札勘)、保母等にまで広がっており^{7)15)~19)}、産業医学の分野における重要な課題となっている。

VDT 作業は、情報の入力手段として、キーボード作業を伴うことが多く、キーパンチャーやタイプ作業と類似しているため、肩腕部筋負担の状

況も類似しているとも考えられる。しかし、キーパンチャーやタイピストの場合には、特別な教育、研修を受けた作業従事者が従事していたのに対して、現在の VDT 作業では、専門的な訓練を受けずに作業を行なうことが多いこと、VDT 作業の内容が入力、検索、文書作成など多種にわたっていることなど、従来のキーパンチャー作業やタイプ作業とは異なった面も有しており、作業負担を考える際にはこれらの点を考慮する必要があると思われる。しかし、VDT 作業中の筋負担に関する研究は少なく、作業現場における頸肩腕障害の発生を予防するためにも、VDT 作業による局所筋負担の状況と改善策に関する研究の必要性が生じている²⁰⁾。

作業による局所筋負担を評価する方法としては、質問紙による自覚疲労調査や作業負担を自己評価する方法²¹⁾²²⁾、健康診断結果などの健康情報を分析する方法²¹⁾、タイム・スタディなどによる姿勢分析法²³⁾、筋電図を用いた分析法^{21)24)~28)}などがある。このうち、筋電図以外の分析法は、結果の精度、定量化の困難性、分析法の複雑さなどの問題を有している²⁴⁾が、筋電図による分析法は、客観性に加え、周波数²⁹⁾³⁰⁾や電位²⁹⁾³¹⁾を分析することによる定量化の容易さ、応用範囲の広さ³²⁾等の点で優れている。しかし、VDT 作業中の肩腕部筋負担を、筋電図を用いて分析、評価した研究は少ない。

研究の目的

VDT 作業時の肩腕部局所筋負担に関与する要因としては、作業内容、入力方式、作業量、

作業速度、一連続作業時間、作業台の広さや椅子と机の高さなどの作業空間、作業者の性別、体力および作業経験の長さ等の熟練度といったものが考えられる^{32)~37)}が、本研究においては、これら VDT 作業時の局所筋負担に関与する因子のうち、実際の職場において比較的改善が容易な作業空間条件としてのキーボードの高さが肩腕部筋負担に与える影響を定量的に評価することを目的として実験と結果の分析を行なった。

対 象 と 方 法

1. 被 験 者

VDT 作業は、若年女性が経験の間われないままに従事することが多い現状より、今回の実験の際に行なったワープロ作業を行なうのに十分な能力を有しているものの、卒業論文制作、あるいは趣味等でワープロを使用した程度の経験であり、専門的な教育は受けていない21歳~22歳の健康な女子大学生8人を被験者としてVDT 作業中の表面電極筋電図を記録、分析した

表1 被験者の特性

被験者	性	年齢	身長 (cm)	体重 (kg)	作業経験
N.N	女	21	158	51	1ヵ月
Y.Y	女	22	155	46	1ヵ月
Y.I	女	22	159	52	3ヵ月
M.N	女	22	158	49	3週間
F.Y	女	21	157	52	2ヵ月
K.F	女	22	161	46	1年
A.O	女	22	159	53	5日
M.M	女	21	162	54	1年

(表1)。

2. 作業の内容

負荷する作業としては、VDT 作業のうちでも広く行なわれている和文ワープロ、および英文ワープロの2種類の作業を選んだ。キーボードの高さは、肘高ないしは肘高より少し低い作業位置で肩腕部筋負担が小さいとされているため³⁸⁾³⁹⁾⁴⁰⁾、この高さを基準とし、実際の作業現場で用いられている椅子、机の高さと調節幅を考慮し、キーボードの高さを作業者の椅座位肘頭高、肘より5cm低い位置、肘より10cm高い位置の3種類に設定した。さらに被験者の作業のしやすさについての経験的判断と筋負担との関係を検討するために、被験者に「作業しやすい高さ」を自由に通ばせた高さでの作業も加え、和文および英文ワープロの2作業をそれぞれ行なわせた。各作業は筋電図分析上十分な長さで、かつ疲労の生じない程度の時間である10分間とし、その間にできるだけ速く正確に、という指示のもとで行なわせた。各作業間には、蓄積的な筋疲労を防止する目的で10分間の休憩を与えた。なお、各被験者の負荷作業の順序は、ラテン格子法により定めた(表2)。また、床からのキーボード高は、JIS規格高(670mm:JIS, S1010)の机上にキーボードを置き、リターンキーの高さが700mmになるように設定し、被験者の肘高に対するキーボードの相対的位置の調整は、椅子の高さを変えることにより行なった。なお、肘-5cmの際には、椅子が高くなり足が床から浮くため、足置き台を使用させた。

3. 実験手順

実験は、次の手順で行なった。なお実験は、

表2 被験者別負荷作業順序

被験者	1	2	3	4	5	6	7	8
N.N	和-5	英FREE	英-5	和+10	英+10	和肘	和FREE	英肘
Y.Y	英-5	和FREE	和-5	英+10	和+10	英肘	英FREE	和肘
Y.I	和肘	和-5	英肘	和FREE	英FREE	和+10	英-5	英+10
M.N	和+10	和肘	英+10	英-5	和-5	和FREE	英肘	英FREE
F.Y	英+10	英肘	和+10	和-5	英-5	英FREE	和肘	和FREE
K.F	和FREE	和+10	英FREE	英肘	和肘	英-5	英+10	和-5
A.O	英肘	英-5	和肘	英FREE	和FREE	英+10	和-5	和+10
M.M	英FREE	英+10	和FREE	和肘	英肘	和-5	和+10	英-5

午前9時より開始し、最大筋力比30%収縮時筋電図記録までを午前中に行い、1時間の昼休み後、作業中筋電図記録を行った。

- (1) アンケートおよび実験の説明
- (2) 最大収縮時筋力測定
- (3) 電極装着
- (4) 安静時筋電図記録
- (5) 最大筋力比30%収縮時筋電図記録
- (6) 作業中筋電図記録
- (7) 電極除去

4. 筋電図記録

1) 対象とした筋

本実験では肩腕部筋のうち、VDT 作業者の訴えや、圧痛、硬結等の所見が多く認められる²¹⁾左右短橈側手根伸筋を中心とする手根伸筋群（以下 ECRB とする、以下同じ）、左右肩部僧帽筋（TRAP）、さらに、肘の高さを調整するために肩関節の屈曲、外転が生じると考えられるため、それらの関節運動の主動筋である左右の三角筋前部線維（DELTA）と中部線維（DELTm）の計8つの筋より筋電図を記録した。

2) 電 極

電極には針電極および表面電極があるが²²⁾、表面電極は表在性の筋肉の活動状態しか把握でき

ないという欠点はあるものの、被験者にとって苦痛が少ないこと、動作の制限が比較的少ないこと、広範囲の筋線維の活動状態が把握できることなどの長所を持っているため、本実験においては表面電極を用い、筋電図記録を行なった。電極は、銀・塩化銀電極（日本光電NT-614U）を用い、対象とした左右の各筋の筋腹中央部の皮膚表面に筋線維に沿って、2 cmの間隔で両面接着テープにて貼付し筋電図を誘導した。

3) リファレンス・コントラクション

最大筋力の30%（30%MVC）までは、筋収縮と表面筋電図電位とが正比例関係にあると見なせるため⁴¹⁾⁴²⁾、作業中筋電図電位から筋活動量を推定するために、リファレンス・コントラクションとして、最大筋力の30%の力でアイソメトリックな筋収縮を行なわせ、その間の筋電図を記録した。リファレンス・コントラクション中

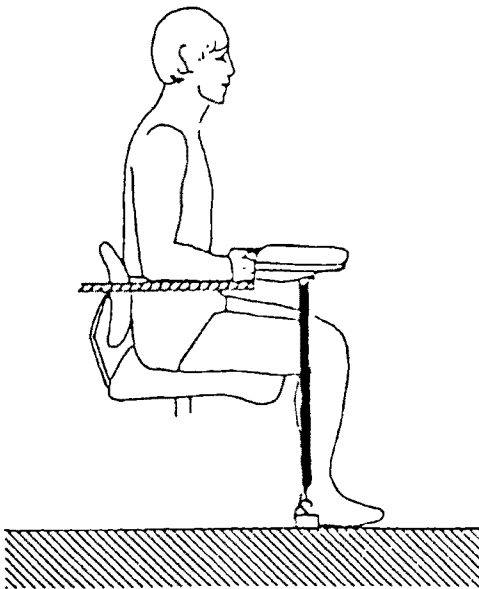


図1 短橈側手根伸筋最大筋力測定時の姿勢

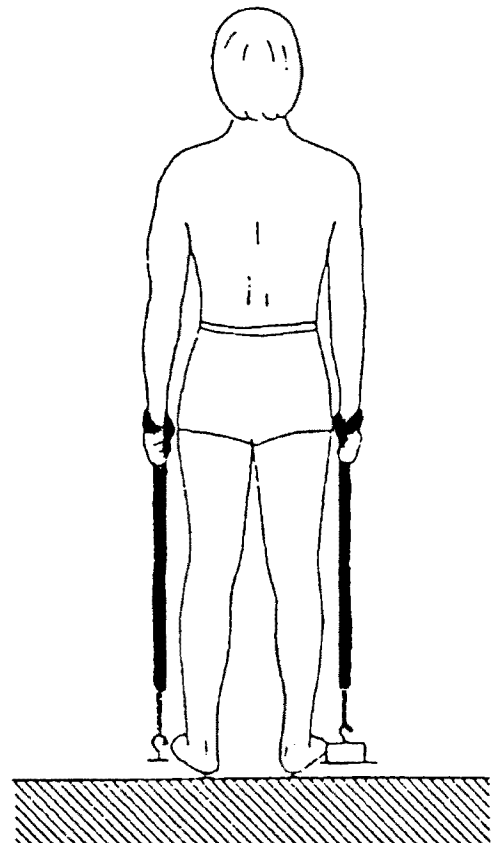


図2 僧帽筋最大筋力測定時の姿勢

に記録した筋電図電位をもとに、作業中の筋電図電位から筋活動量を最大筋力比 (%MVC) にて算出した。

各筋の最大収縮時筋力測定は Jonsson ら⁴¹⁾の方法に準拠し、センサーにつながったワイヤーを最大限の力で引かせることにより測定した。最大筋力測定時の姿勢は図 1～4 に示したごと

く、ECRB では、坐位での手関節の伸展(図 1), TRAP では、立位での肩の挙上(図 2), DELTa では、立位での肘関節伸展位での肩関節の屈曲(図 3), DELTm では、同じく立位、肘伸展位での肩関節の外転(図 4)を、それぞれ試みさせ、床面に固定した歪計にてその際の力を計測した。用いたワイヤーの重量は、ECRB での測定時が380 g, TRAP では550 g, DELTa および m では580 gであった。センサーに加わった力は、メーターに表示させ、メーターから読み取

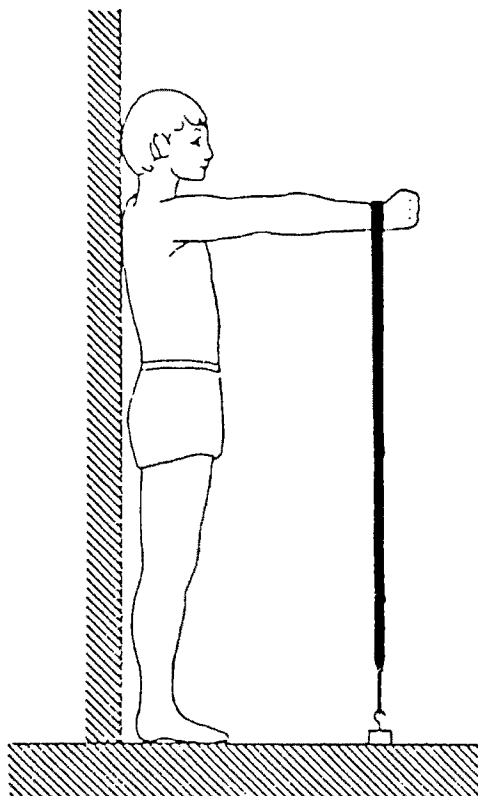


図 3 三角筋前部線維最大筋力測定時の姿勢

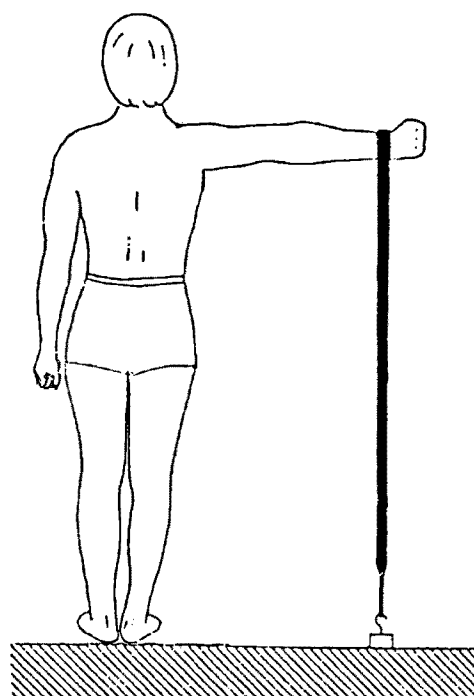


図 4 三角筋中部線維最大筋力測定時の姿勢

表 3 被験者別最大筋力

被験者	右短腕側 手根伸筋 (N)	左短腕側 手根伸筋 (N)	右僧帽筋 (N)	左僧帽筋 (N)	右三角筋 前部線維 (Nm)	左三角筋 前部線維 (Nm)	右三角筋 中部線維 (Nm)	左三角筋 中部線維 (Nm)
N.N	66.44	52.72	605.64	637.98	17.21	15.01	17.21	15.95
Y.Y	64.48	54.68	557.13	419.93	15.87	14.79	15.87	13.96
Y.I	74.48	66.64	658.07	658.07	17.34	14.89	18.70	17.92
M.N	62.52	50.76	499.80	597.80	16.48	15.54	16.48	15.07
F.Y	56.64	58.64	540.47	579.67	15.99	16.19	15.08	16.19
K.F	62.52	56.64	517.93	419.93	16.00	15.32	15.02	14.32
A.O	54.68	41.94	579.92	540.72	16.69	17.27	17.16	14.51
M.M	54.68	56.64	463.05	423.85	18.94	27.89	19.43	28.89

った値に、ワイヤーの重量、および被験者の腕の重量と長さを考慮し、最大筋力を算出した。(表3)

また、リファレンス・コントラクション(最大筋力比30%でのアイソメトリックな筋収縮)時の筋電図記録は、最大筋力値の30%に相当するメーターの値を予め提示し、メーターがその値に保持されるよう被験者にワイヤーを引っばらせ、その間の筋電図を記録した。

5. APD 分析

表面電極筋電図の分析には、パーソナルコンピュータ程度の簡単な装置で、作業中の筋負担を総合的かつ定量的に分析できるという利点を有している Amplitude Probability Distribution (APD) 分析法⁴¹⁾⁴³⁾を用いた。

APD 分析法の概要は図5に示したごとくであるが、誘導した筋電図はデータレコーダに記録し、後日、再生した筋電図の原波形を Root Mean Square (RMS) 整流した後、A/D コンバーターによりデジタル化し、パーソナル・コンピュータで、サンプリング、および30%MVCを基準として波高の分布を計算した。

なお、筋電図の APD 分析結果から筋負担を検

討する際には、姿勢保持のようにアイソメトリックな筋活動量を表す静的レベル ($P = 0.1$)、平均的な筋活動量を表す中央値レベル ($P = 0.5$)、アイソトニックな筋活動量を表すピーク値レベル ($P = 0.9$) が用いられる⁴¹⁾。本研究においても、これら3指標を用いて作業中筋負担の評価を行なった。

結 果

被験者に自由に選ばせたキーボードの高さ(以下、FREE と呼ぶ)の分布は、肘+6cmから10cmまでが5人、肘+11cmから15cmまでが3人であり、被験者全員がキーボードが肘よりも高くなる位置を選び、平均値は+9.3cmであった。

表4には、各被験者の各作業時の作業量を、フロッピー・ディスクに保存しておいた文書の文字数で算出した結果を示した。和文ワープロではFREEの高さと肘高で作業量が多く、英文ワープロでは肘+10cmおよびFREEの高さで多かったが、和文、英文ともに高さによる有意な差は認めなかった。なお、文字数の比較では、英文に比べて、和文の作業量が少ないように見えるが、英文が、ほぼ1文字1タッチであるの

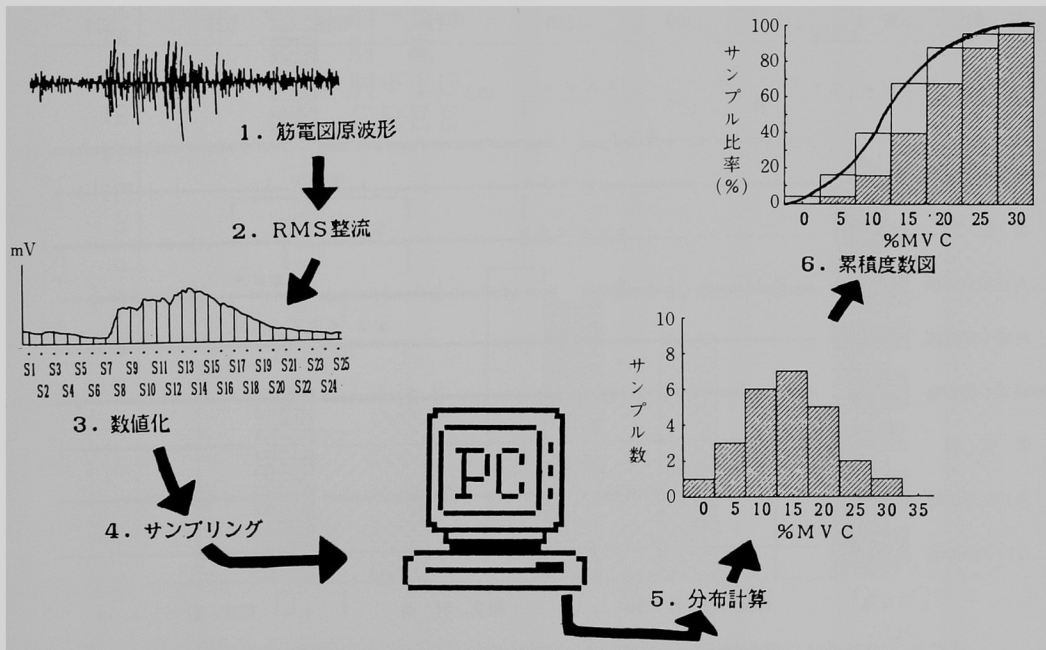


図5 筋電図の amplitude probability distribution 分析法のフローチャート

に対し、和文では、ローマ字入力を行ない、さらに漢字変換作業があるため、実際のタッチ数は、文字数の2～3倍となり、和文、英文とも、タッチ数に換算すれば、ほぼ同程度の仕事量になる。なお、経験の差による被験者間の作業量については、この程度の実験年数の違いでは一定の関係は認められず、今回の研究対象としての被験者の選定の妥当性を認めえた。

作業中の筋電図記録例を図6および7に示した。各筋とも上肢の姿勢保持による筋活動が中心であるが、ECRBに、タッチ動作によると考えられる孤立性の大きな波が、またDELTAに

キーボード上での手の動きに伴うと考えられる紡錘状の波が認められた。

作業中の左右短腕側手根伸筋のAPD分析結果を図8、9に示したが、キーボードの位置が肘-5cmと低い場合に、静的筋収縮レベル、中央値レベル、ピーク値レベルのいずれにおいても、筋活動量は最も大きかった。また、FREEの高さでの作業時の筋活動量は+10cmの場合に次いで2番目に低かった。さらに、対応のあるt検定を用い、キーボード高による筋活動量の変化を検討した結果では、キーボードの位置が高くなるにつれて筋活動量が有意に小さくなること

表4 被験者・作業別文字数

被験者	和文-5	和文 肘	和文+10	和文FREE	英文-5	英文 肘	英文+10	英文FREE
N.N	166	192	206	239	396	535	477	535
Y.Y	139	157	159	103	317	355	368	355
Y.I	179	227	197	230	693	572	595	647
M.N	186	218	186	195	481	456	431	535
F.Y	274	285	242	327	569	631	503	542
K.F	220	227	198	231	520	366	551	424
A.O	192	193	197	146	416	485	509	340
M.M	291	224	285	289	698	623	730	792
平 均	206	215	209	220	511	503	521	521

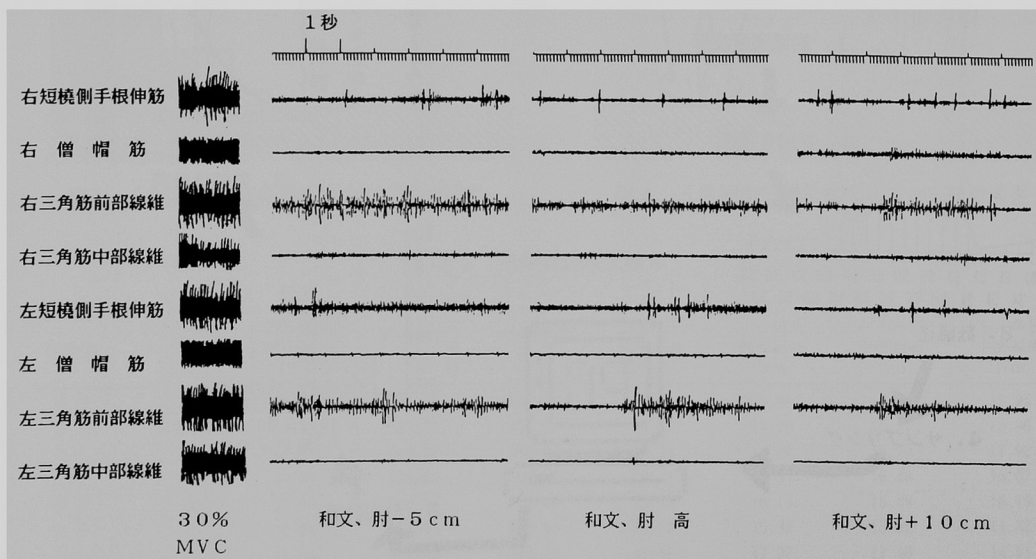


図6 和文ワードプロセッサ作業中の筋電図記録例

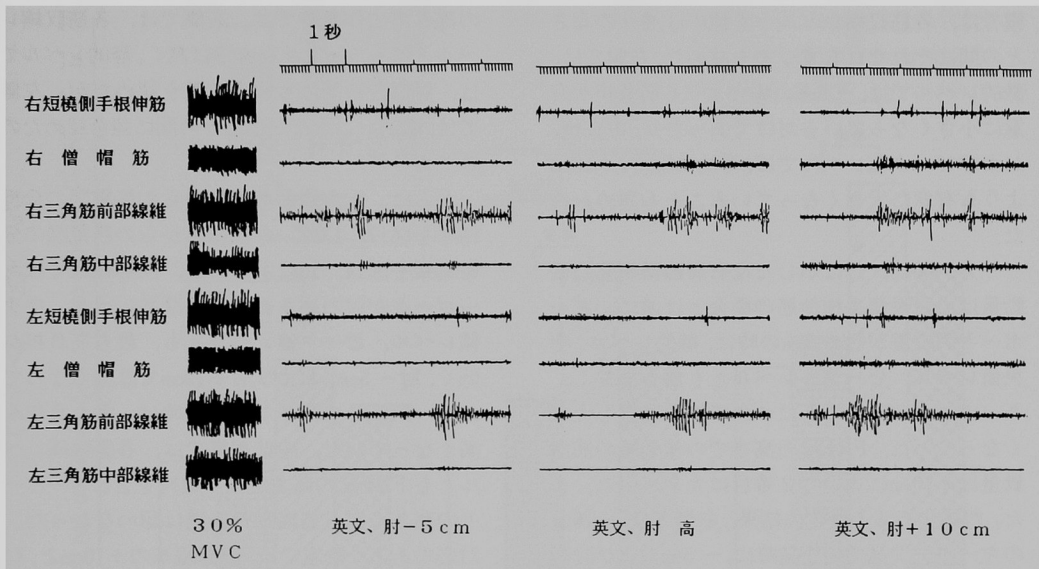


図7 英文ワードプロセッサ作業中の筋電図記録例

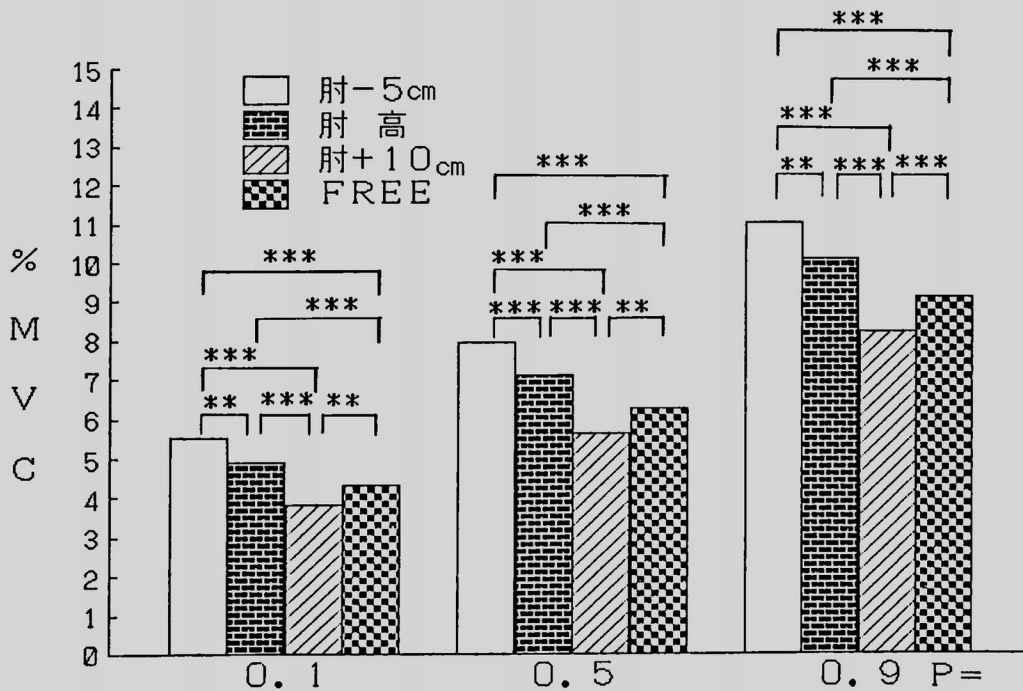


図8 作業中筋電図の amplitude probability distribution 分析結果 (右短腕側手根伸筋)

** : $P \leq 0.01$ *** : $P \leq 0.001$ (n=16)

認められた。FREE の高さでの作業時では、右側では、各筋収縮レベルとも他の3通りの高さとの間にそれぞれ有意な差を認めた。左側では、静的レベルでは、-5cmの場合よりも筋負担が有意に小さくなっているだけであったが、中央値、およびピーク値レベルでは、それに加え、+10cmよりも有意に大きくなっていることも認められた。

一方、図10、11に示した左右肩部僧帽筋の活動量は、短橈側手根伸筋の場合とは逆に、キーボードの位置が肘-5cmの時に、静的レベル、中央値レベル、ピーク値レベルとも最も小さく、キーボードが高くなるにつれて筋活動量も大きくなっていった。FREE の高さでの作業時の筋活動量は+10cmに次いで2番目に大きかった。また、対応のあるt検定の結果、右側では、+10cmのキーボード高での作業時に、-5cmおよび肘高での作業時に比べ筋活動量が有意に大きくなっていた。左側では、各筋収縮レベルとも+10cmのキーボード高での作業時に、-5cmでの作業時と比べ有意に大きくなっており、キーボードが

高くなるにつれ肩部筋負担が増大していた。FREE の高さでの作業時では、右側では、各筋収縮レベルとも-5cmよりも有意に高く、静的レベルでは、肘高との間にも有意な差を認めたが、左側では、静的レベルで-5cmとの間に差を認めたのみであった。

さらに、三角筋前部線維からの筋電図の分析結果を図12、13に、中部線維からの筋電図の分布結果を図14、15に示したが、前部線維ではキーボードが肘の高さの時に、静的レベル、中央値レベル、ピーク値レベルとも、最も筋負担が低く、肘-5cm、および肘+10cmでは高くなっており、FREE の高さでの作業時は、最も負担が高くなっていた。中部線維では、各筋収縮レベルとも FREE の高さでの作業時を含めキーボードの高さによる筋活動量の差は認めなかった。対応のあるt検定では、前部線維の+10cmと、肘の高さとの間では、左側のみ有意な差を認めたが、FREE の高さで肘高との間では左右ともに有意な差を認めた。

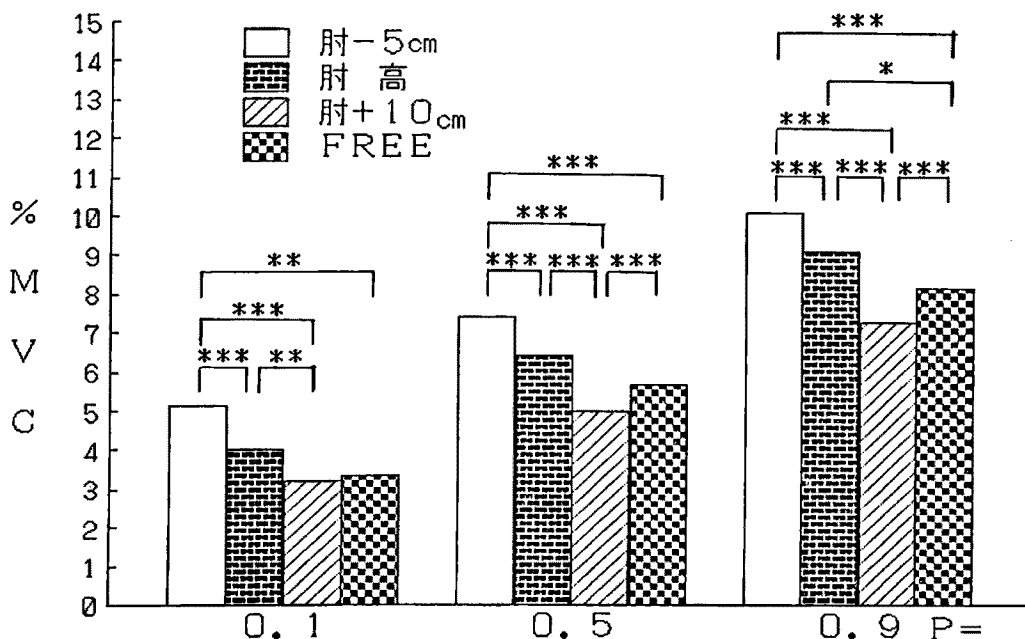


図9 作業中筋電図の amplitude probability distribution 分析結果 (左短橈側手根伸筋)

* : $P \leq 0.05$ ** : $P \leq 0.01$ *** : $P \leq 0.001$ (n=16)

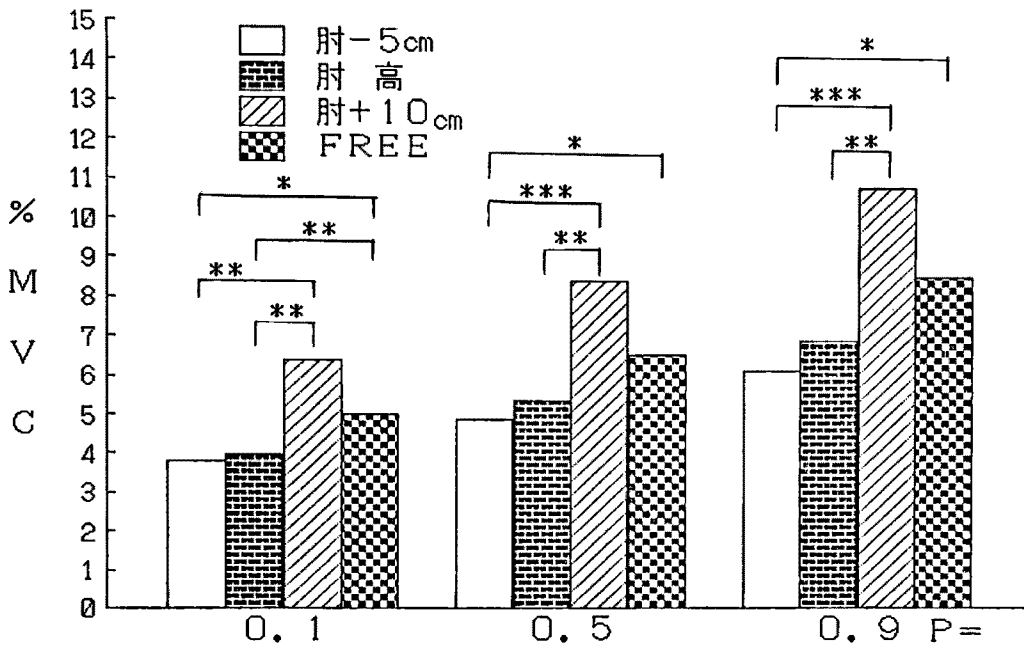


図10 作業中筋電図の amplitude probability distribution 分析結果 (右僧帽筋)

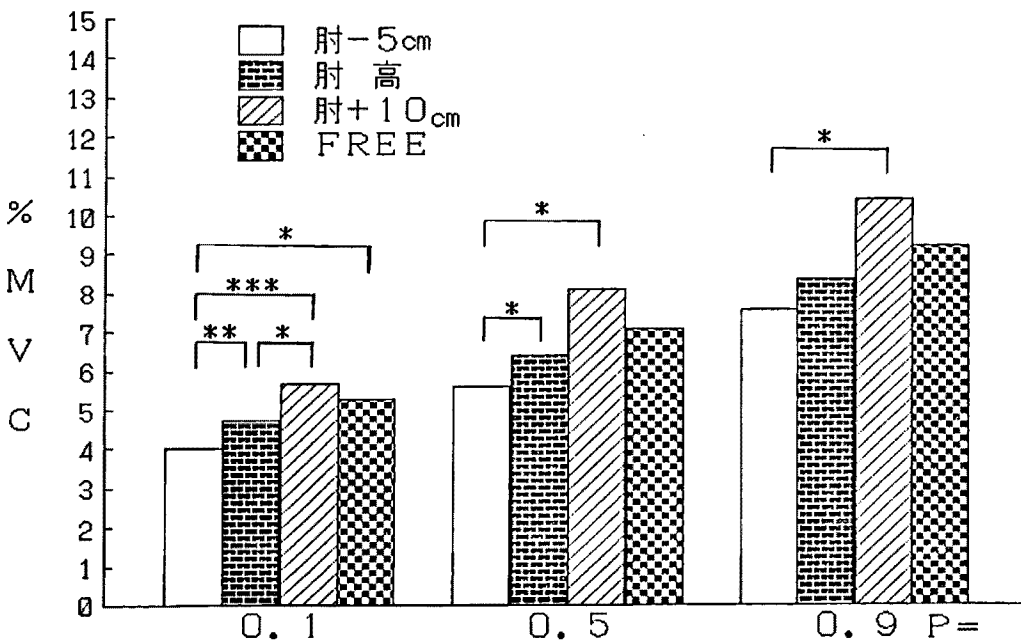
* : $P \leq 0.05$ ** : $P \leq 0.01$ *** : $P \leq 0.001$ (n=16)

図11 作業中筋電図の amplitude probability distribution 分析結果 (左僧帽筋)

* : $P \leq 0.05$ ** : $P \leq 0.01$ *** : $P \leq 0.001$ (n=16)

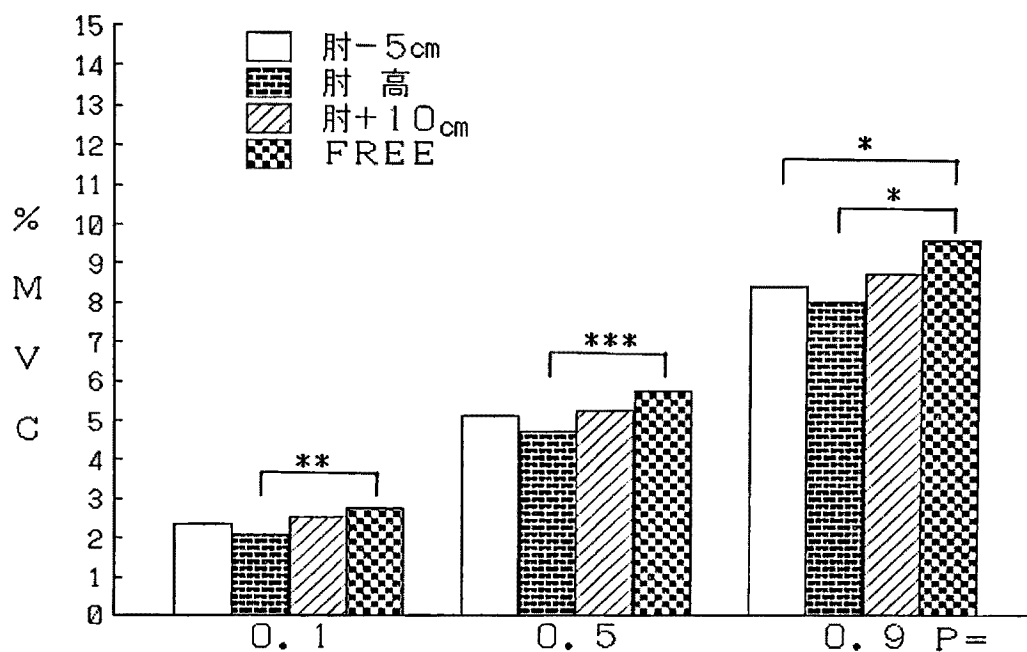


図12 作業中筋電図の amplitude probability distribution 分析結果 (右三角筋前部線維)

* : $P \leq 0.05$ ** : $P \leq 0.01$ *** : $P \leq 0.001$ (n=16)

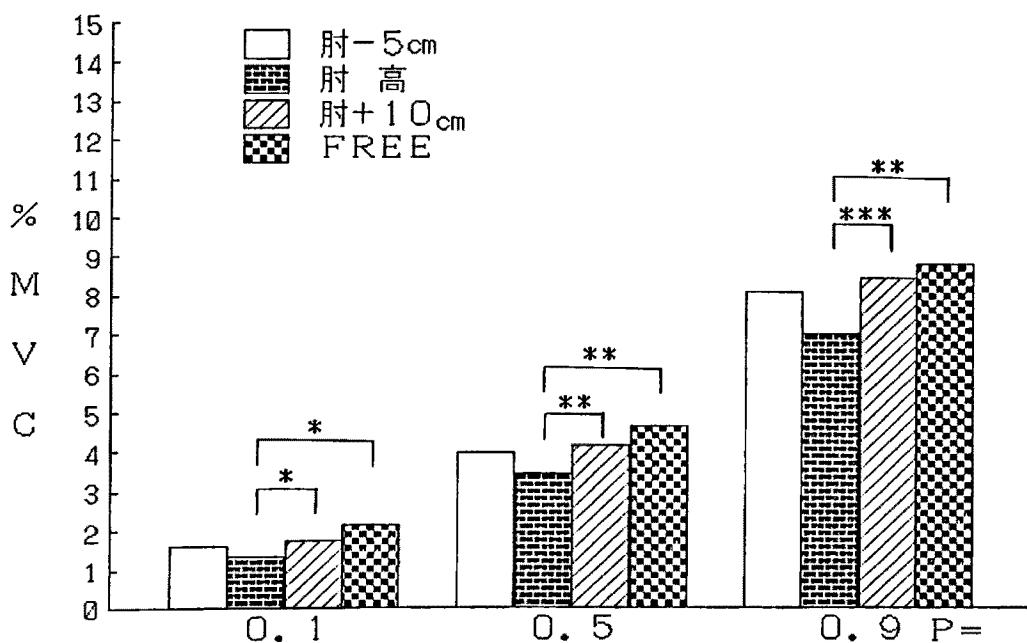


図13 作業中筋電図の amplitude probability distribution 分析結果 (左三角筋前部線維)

* : $P \leq 0.05$ ** : $P \leq 0.01$ *** : $P \leq 0.001$ (n=16)

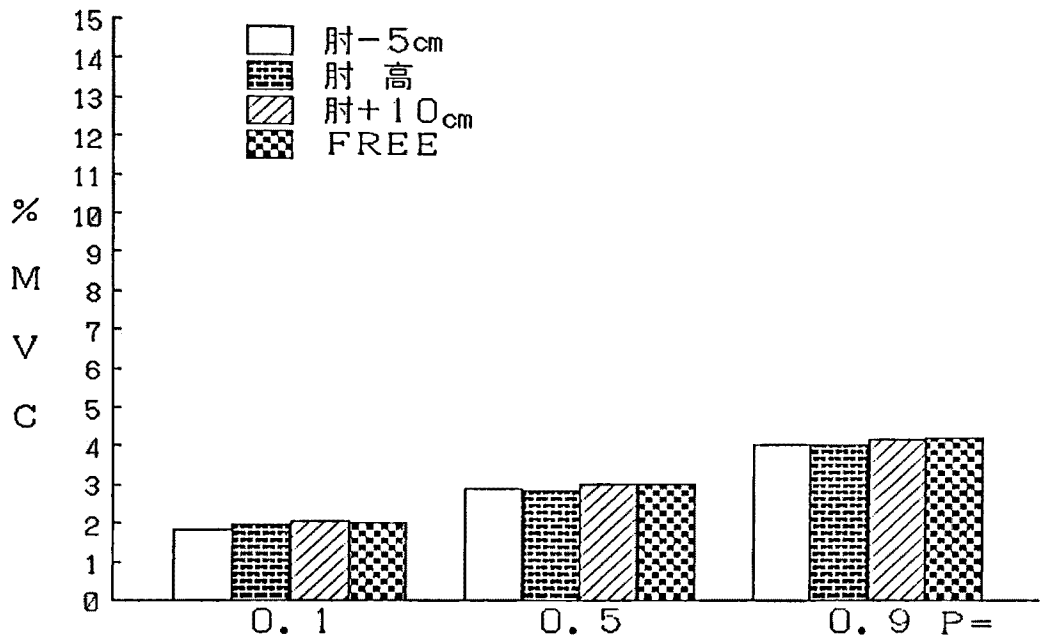


図14 作業中筋電図の amplitude probability distribution 分析結果 (右三角筋中部線維)

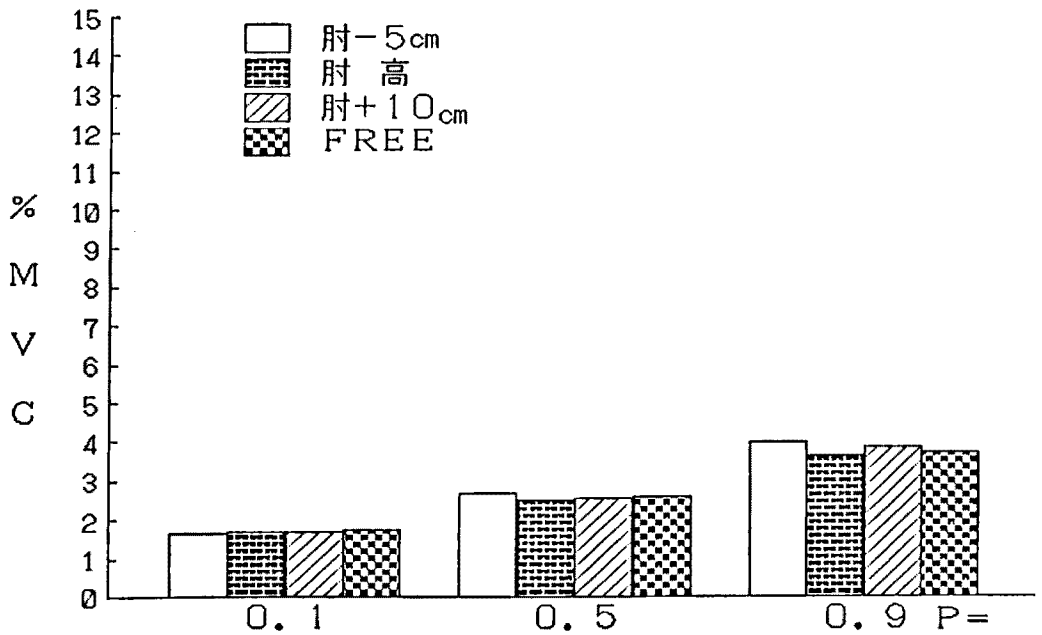


図15 作業中筋電図の amplitude probability distribution 分析結果 (左三角筋中部線維)

考 察

1. キーボード高の違いによる肩腕部筋負担の変化

短橈側手根伸筋の負担は、キーボード高が高いほど小さくなっていたが、これはキーボードの位置が高くなることにより、打鍵時の手関節の背屈度が小さくなり伸筋の負担が軽減することによって考えられる。

逆に、僧帽筋で、キーボードが高くなるにつれて負担が増大していたのは、キーボードが高くなることにより、打鍵時に手の位置を引き上げることが必要になり、肩の挙上、外転あるいは屈曲が生ずるためではないかと考えられる。一方、三角筋からの筋電図 APD 分析結果では、前部線維では高さによる差を認めたが、中部線維では差を認めなかった。三角筋および僧帽筋の分析結果からすれば、作業面の高さが変化した場合には、肩関節の外転よりも、むしろ肩の挙上や肩関節の屈曲によって手の位置の高さ調整を行なっていると考えられる。

キーボード高と肩腕部筋負担の関係について、一般には、キーボードが肘の高さでの作業時に負担が小さいといわれている³⁸⁾³⁹⁾⁴⁰⁾。しかし、本研究の結果では、作業中の筋負担が小さくなるキーボードの高さは、筋によって異なっており、ECRB、TRAP、DELTM では、キーボードが肘の高さでの作業時に、筋負担が最小にはなっておらず、キーボード高を肘の高さにした場合が作業中筋負担を小さくする上で、必ずしも最適とは言えないことを認め得た。筋により、作業中筋負担が小さくなるキーボード高が異なるため、作業中の最適なキーボード高を一般的に定めることは難しく、作業中の筋負担を軽減するためには、作業方法や作業内容などを考慮して、個々の作業にあったキーボード高を設定すべきであると考えられる。たとえば、タッチ数の増加は、肩部、上腕部筋よりも、前腕部伸筋の筋負担を増す²⁶⁾ため、タッチ数の多い作業ではキーボードを肘よりもやや高めに設定するのが妥当であろう。さらに、キーボード高が異なれば、作業遂行により出現する各筋の疲労の大きさも異なると考えられるので、特定の筋に疲労

症状が発現した場合には、その筋の負担を軽減できる高さにキーボードの位置を調節することが重要であろう。

2. 作業者が選んだキーボード高における筋負担

FREE の高さでの作業時に被験者が選んだキーボードの高さは、肘よりも 6～15cm 高くなっており、実際の職場においては、キーボード高は肘より高く設定されているとする過去の報告と一致している³⁸⁾⁴⁴⁾。

そのために、FREE 時の APD 分析結果は、作業しやすいと感じるキーボードの高さで作業を行なわせただけにもかかわらず、筋負担が小さくなっているのは ECRB のみで、TRAP および DELTA においては筋負担が大きくなっており、作業者が好む高さが必ずしも肩腕部筋負担を小さくするものではないことを認め得た。

したがって、作業中の筋負担を軽減することを目的として、キーボード高を設定する場合には、作業者の判断に全面的に依存するのではなく、作業姿勢と筋負担の関連などについての知識を与えた上で、作業内容、各作業者の疲労状況に応じてキーボード高を調節するよう指導することが重要であろう。

結 論

VDT 作業中のキーボードの高さが、肩腕部筋負担に与える影響を証価することを目的として実験研究を行なった結果、VDT 作業中の筋負担を軽減するために、最適なキーボード高を一般的に定めることは難しく、作業方法や作業内容などを考慮して、個々の作業にあったキーボード高を設定すべきであることが明らかとなった。

また、作業者が作業しやすいと考えているキーボードの高さは、局所筋負担の見地からすれば、必ずしも最適な条件ではないため、キーボード高を定める場合には、作業姿勢と筋負担の関連などについての知識を作業者に与えた上で、作業内容、各作業者の疲労状況に応じてキーボード高を調節するよう指導することが必要であることが示唆された。

稿を終えるにあたり、終始御懇篤な御指導と御校

閱を賜った恩師岡山大学医学部青山英康教授に深甚
の謝意を表します。

また、本研究について、御助言いただいた岡山大
学医学部衛生学教室の井谷 徹助教授に感謝いたし

ます。

尚、本論文の要旨は1989年5月、第59回日本衛生
学会において報告した。

文 献

- 1) 小木和孝：VDT 作業の問題点とチェックポイント；ME 化と VDT 労働，小山内博編，労働科学研究所，東京（1986）pp. 21—37.
- 2) Knave BG, Wibom RI, Voss M, Hedstrom LD and Bergqvist UOV : Work with video display terminals among office employees : 1. Subjective symptoms and discomfort. Scand J Work Environ Health (1985) 11, 457—466.
- 3) 吉川日出夫：VDT 労働の視覚への影響；VDT 労働と健康，VDT 労働研究会編，労働基準調査会，東京（1988）pp. 49—52.
- 4) 宇土 博：VDT 作業の精神・神経系への影響について — 自覚症状調査の視点から；VDT 労働と健康，VDT 労働研究会編，労働基準調査会，東京（1988）pp. 119—131.
- 5) ラマツィーニ（松藤元訳）：働く人々の病気，北海道大学図書刊行会，札幌（1980）pp. 260—262.
- 6) 馬場快彦：頸肩腕障害に対してとられた行政措置，労働の科学（1973）28, 40—44.
- 7) 大原啓志：発生の歴史；頸肩腕障害，青山英康編集代表，労働基準調査会，東京（1979）pp. 36—44.
- 8) 今井重信：頸肩腕症候群の概念と批判，労働の科学（1974）29, 4—10.
- 9) 大原啓志，青山英康：頸肩腕障害対策の評価 — 某スーパーマーケットの事例より —，労働衛生（1978）19, 22—27.
- 10) 大原啓志，三村啓爾，尾瀬 裕，井谷 徹，太田武夫，青山英康：金銭登録作業者の頸肩腕障害に関する研究 第1報 作業条件の改善による要措置者の特性の変化，産業医学（1982）24, 55—64.
- 11) 大原啓志，三村啓爾，尾瀬 裕，井谷 徹，太田武夫，青山英康：金銭登録作業者の頸肩腕障害に関する研究 第2報 要措置者の病像と作業管理に関する知見，産業医学（1982）24, 65—74.
- 12) 井谷 徹：スーパーマーケットの金銭登録作業者に対する健康管理，労働科学（1976）52, 585—597.
- 13) 頸肩腕症候群委員会：昭和47年度日本産業衛生学会頸肩腕症候群委員会報告書，産業医学（1973）15, 304—311.
- 14) 井谷 徹：筋的負担と健康障害，労働の科学（1979）34, 42—47.
- 15) 井谷 徹：頸肩腕障害の健康管理，労働の科学（1977）32, 45—56.
- 16) 浦本藩一：電話交換手の頸・上肢の健康障害，労働の科学（1973）28, 16—23.
- 17) 北山孝宏：電気計器組立工の頸肩腕症候群，労働の科学（1973）28, 24—29.
- 18) 前田勝義：コムベア流れ作業における頸肩腕障害，労働の科学（1974）29, 26—33.
- 19) 田中博一，徳永力雄：保母の労働と健康，労働の科学（1974）29, 18—25.
- 20) 大西徳明：もっと産業疲労研究を高めよう，産業医学（1987）29, 263.
- 21) 大西徳明：労働の形態と負担評価，2. 筋的負担の特性と評価；労働負担の調査，小木和孝編，労働科学研究所，東京（1984）pp. 60—75.
- 22) 高橋 誠：姿勢・手腕系の調査といくつかの問題点；VDT 労働と健康，VDT 労働研究会編，労働基準調査会，東京（1988）pp. 75—80.
- 23) 窪田 悟，大倉元宏：VDT 作業の分析（1）VDT 作業時と机上作業時の作業姿勢の比較，労働科学（1985）61, 541—559.
- 24) 井谷 徹，甲田茂樹，竹内 研，青山英康：表面電極筋電図による作業中局所筋負担評価，第59回日本産業

- 衛生学会講演集 (1986) 293.
- 25) 大西徳明: レジ作業者の筋負担, 労働の科学 (1974) 29, 40—43.
- 26) 前田勝義: 筋電図による複写伝票ボールペン記入作業負担の解析, 産業医学 (1975) 17, 203—209.
- 27) 本川広俊, 大垣治雄, 牧野惟男, 深沢昭夫, 熊坂一男, 牛尾智彦: キーパンチャー及び各種タイピストに見られる疼痛性障害の実態調査, 日整外誌 (1962) 36, 630—632.
- 28) Herberts P, Kadefors R and Broman H: Arm positioning in manual tasks, An electromyographic study of localized muscle fatigue. *Ergonomics* (1980) 23, 655—665.
- 29) Basmajian JV: *Muscles Alive*, The Williams & Wilkins Co, Baltimore, 1972.
- 30) Hagg G: Electromyographic fatigue analysis based on the number of zero crossing. *Pflügers Archiv* (1981) 391, 78—80.
- 31) Petrofsky JS, Glaser RM and Phillips CA: Evaluation of the amplitude and frequency components of the surface EMG as an index of muscle fatigue. *Ergonomics* (1982) 25, 213—223.
- 32) 井谷 徹: VDT 作業時筋負担の筋電図による評価; VDT 労働と健康, VDT 労働研究会編, 労働基準調査会, 東京 (1988) PP. 81—85.
- 33) Itani T, Otani T, Babazono T, Ogawa T and Aoyama H: Electromyographic evaluation of the muscular load in shoulder and forearm muscles during different types of VDT work among trained and untrained operators. *International Ergonomics Association 10th International Congress Proceedings vol. 2* (1988) pp. 433—435.
- 34) 杉田 稔, 箕輪尚子, 石井 幹, 衛藤隼三郎: VDT 作業者の自覚症状の訴えに影響を及ぼす因子, 産業医学 (1986) 28, 409—419.
- 35) 三澤哲夫, 重田定義: VDT 作業における作業負担に関する実験的研究; 第2編 入力方式の相違による影響, 産業医学 (1986) 28, 462—469.
- 36) 三澤哲夫, 吉野賢治, 重田定義: VDT 作業の一連続作業時間に関する実験的研究, 産業医学 (1984) 26, 296—302.
- 37) Hagberg M and Sundelin G: Discomfort and load on the upper trapezius muscle when operating a wordprocessor. *Ergonomics* (1986) 29, 1637—1645.
- 38) Robert A: Working posture and musculoskeletal problems of video display terminal operators—Review and reappraisal. *Am Ind Hyg Assoc J* (1983) 44, 437—446.
- 39) 労働省労働基準局: VDT 作業のための労働衛生上の指針, 労働衛生 (1986) 27, 85—88.
- 40) 酒井一博: VDT 労働とその対策; 職場の安全衛生ハンドブック, 中桐伸五編集代表, 労働基準調査会, 東京 (1988) pp. 39—61.
- 41) Jonsson. B: Measurement and evaluation of local muscular strain in the shoulder during constrained work. *J Human Ergol* (1982) 11, 73—78.
- 42) Antti CJ: Relationship between time means of external load and EMG amplitude in long term myoelectric studies. *Electromyogr Clin Neurophysiol* (1977) 17, 45—53.
- 43) 青山英康研究代表: 作業中筋負担の評価方法に関する研究, 昭和63年度科学研究費補助金 (一般研究 A) 研究成果報告書.
- 44) 皆川洋二, 小西美智子, 工藤なみ子, 今西康子: 2つの異なる高さの机での VDT 作業者の作業姿勢, 産業医学 (1984) 26, 720.

**The effect of keyboard height during VDT work
on local muscular load**

Toru OTANI

**Department of Hygiene,
Okayama University Medical School,
Okayama 700, Japan**

(Director : Prof. H. Aoyama)

Electromyograms (EMG) during Japanese and English word processing work with various keyboard heights was recorded and analyzed with amplitude probability distribution methods, in order to examine the effect of keyboard height on local muscular load in the shoulder and forearm regions. The EMG was recorded from the extensor carpi radialis brevis muscles, the trapezius muscles and anterior and medial portion of the deltoideus muscles. The keyboard height was placed at 5cm below elbow, elbow height, 10cm above elbow and height selected by the examinee. Eight young female students volunteered to participate in this experimental study. According to the results of the EMG amplitude probability distribution analysis, keyboard height gave different loads to the respective muscles. For example, the load to the extensor carpi radialis brevis muscles decreased as the keyboard position became higher, while the load of trapezius muscles increased. In conclusion, it was suggested that there is no best keyboard height during VDT work from the view point of muscles load. Therefore the keyboard height should be adjusted considering the characteristics of individual VDT work and the muscles fatigue of the operator.