キー入力作業における椅子の肘掛けの効果*

長谷川徹也**, 神代雅晴***

The constrained posture used for work with a visual display terminal (VDT), such as data entry, can produce static muscular fatigue. We conducted an experiment using a prototype VDT chair designed with an arm-rest adjustable to heights from 22-28 cm. The experiment—conducted to assess the work load based on varying heights of the arm-rest and distance from the keyboard—was performed on five male subjects. The keyboard was placed at 0 cm or 8 cm from the frontal edge of the desk. The subjects were required to type characters displayed in random sequences on CRT with both hands.

Results revealed that EMG activities and error rate decreased with the arm-rests height adjusted according to the subjects'. But some experimental conditions, using the arm-rests increased the EMG activities compared with the without arm-rest condition. The result suggests that VDT chair with adjustable arm-rests is effective in reducing the muscular fatigue.

VDT を用いたデータ入力のような作業では、静的筋負担をもたらすといわれている。そこで、肘掛けの高さを変えることのできる椅子を試作し、その効果について検討した。実験条件は、椅子の肘掛けの高さに関しては22～28 cm とし、キーボードの位置は机の端においた場合と机の端から8 cm 離れた場合の2条件とした。5名の男子被験者を用い、ランダムに表示される文字を両手で入力させた。その結果、肘掛けの高さを被験者の体格にあわせることにより、肘掛けなしの条件よりも、筋活動は小さく、誤答率は小さくなった。しかし、肘掛けの高さによっては、肘掛けなしの条件よりも筋活動が増加した。したがって、使用者の体格にあった高さの肘掛けの使用は、入力作業の負担軽減に効果のあることが示唆された。

(キーワード：椅子、肘掛け、作業負担)

1. はじめに

VDT 作業従事者の負担の特徴のひとつとして、拘束姿勢による負担があげられている。長時間に及ぶ静的緊張による拘束姿勢は、作業に関わる筋の局所疲労症状を生みやすいといわれ¹⁾、その原因として、機器を作業者の体格にあわせて調節することができないことや、手や首の支持ができないことなどがあげられてい

る²⁾。

机の高さ、画面との距離や角度などが調節可能な VDT ワークステーションを日常業務に導入したところ、作業者は机の端とキーボードとの間においた前腕-手首支持台を使用することを好んだと報告されている³⁾。VDT の模擬作業実験においても、前腕-手首支持台や腕の吊り下げバランスの使用により、筋活動が減少し、腕の疲労感の訴えが減ったという報告もある^{4,5)}。タイプライターでも、手首支持台を使うと僧帽筋の負担は大きくなるにもかかわらず、被験者の多くはその使用を好んだと報告されている⁶⁾。

一方、支持台を使用せず、前腕を机の縁で支えることができる位置にキーボードをおくことでも、肩の筋の負担が減少するといわれている⁷⁾。腰部椎間板に加

* 1995 年 4 月 12 日受付

** 近畿大学 九州工学部
Faculty of Eng., Kinki Univ. in Kyushu.

*** 産業医科大学 人間工学研究室
Dept. of Ergonomics, Univ. of Occupational and Environmental Health, Japan.

わる圧とモーメントの生体力学的な評価の結果からは、腕の一部あるいは腕全体を机の上で支えることにより、椎間板にかかる負荷が軽減するといわれている⁸⁾。

以上のように、VDT 作業においては腕や手首を支持することにより作業者の負荷を軽減できると考えられる。しかし、奥行きが狭く、高さ調節のできない机の上に VDT を設置して作業しているところも多い。このような状況では、手首を机の縁にのせる余裕もほとんどなく、手首の支持台などを机上に設置することもできない。そこで、椅子の肘掛けに着目し、肘掛けの高さ調節が可能な椅子を用いてキー入力作業をさせ、肘掛けの高さおよびキーボードをおく位置と、筋負担との関係について検討した。

2. 方 法

肘掛けの高さが座位基準点から 22~28 cm の範囲で調節可能な椅子を用いて実験を行った。左右の肘掛けの支柱の下に歪みゲージを取りつけ、肘掛けにかかる荷重を測定できるようにした。肘掛けは両端を半円形に角をとった 31×8 cm の形状で、地面と水平に取りつけた。左右の肘掛けの中心間距離は 51 cm である。また、椅子の高さは 40 cm にし、背もたれは座面と直角にした。

CRT ディスプレイ (14 インチ、NEC PC-KD 854) とキーボード (NEC PC-9801) は、高さ 68 cm の机の上に設置した。キーボードの位置は、机の端においた場合 (0 cm 条件) と、机の端から 8 cm 離しておいた場合 (8 cm 条件) の 2 条件とした。0 cm 条件では、肘掛

けなし、および肘掛けの高さを座位基準点から 22, 24, 26, 28 cm の 5 条件とした。8 cm 条件では、肘掛けなし、および肘掛けの高さを 24, 26, 28 cm の 4 条件とした。

作業は、ランダムな順序で画面に表示される文字を入力するものである。CRT 画面上には、キーボードと同様のキー配列を表示し、入力すべき文字が画面上のキーボードに白文字で表示される。表示される文字はアルファベットの小文字と大文字、それにスペースキーの計 27 文字である。大文字はスペースキーが表示された後のみ表示され、小文字が連続する途中には表示しないように設定した。キー入力すると次の文字が表示され、2 秒以内にキー入力されない場合にはブザーを鳴らし、入力を促すようにした。

図 1 に、肘掛けの高さ 26 cm 条件における実験風景を示す。被験者には、両手をキーボードにおき、表示された文字を速く正確にキーボードを見ないで入力するように指示した。作業時間は 60 分とした。なお、椅子と机との距離や作業中の姿勢に関しては規定せず、手首や肘の支持方法も各被験者にまかせた。

作業中、筋電図と肘掛けにかかる荷重を連続して測定した。また、作業開始前、作業開始後 30 分目、作業終了直後にはフリッカー検査を行った。検査に要した時間は 1 分以内であった。筋電図の計測には双極表面誘導法を用い、僧帽筋の上部と中部、三角筋の前部と中部、橈側手根屈筋、橈側手根伸筋について、左右計 12 カ所を測定した。作業終了後には、身体疲労部位調査票を用いて“こり、痛み、だるさ”を感じる部位について 5 段階で評定させた。さらに、肘掛けの有無の

Keyboard placed at 0 cm

Keyboard placed at 8 cm

図 1 肘掛けの高さ 26 cm 条件における実験風景

Fig. 1 Experimental arrangements for VDT operations (arm-rests set at 26 cm).

表1 被験者の人体計測値 (cm)

Tab. 1 Anthropometric measurements for the 5 subjects.

Subjects	A	B	C	D	E
stature	160.4	170.2	171.4	175.6	176.6
(% ile)	(5)	(45)	(55)	(80)	(85)
stature with shoes	163.7	170.9	174.6	176.7	178.5
sitting height	85.9	86.8	95.8	92.9	94.4
hand length	17.0	19.7	18.5	19.2	18.7
elbow rest height(sitting)	19.5	21.4	25.6	29.7	30.4

良し悪しやその高さに関する質問紙調査を行った。

記録した筋電図は、作業開始から5分間ごとにその前後の2分間について積分し、最大筋力に対する割合を求めた。同様に肘掛けにかかる荷重も、5分間隔でその前後の2分間の値を記録紙から読みとり、その平均値をその時点の荷重とした。

被験者については、20歳代の男子学生190名の身長を計測して平均と標準偏差を求めたところ、平均身長は171 cm (標準偏差 5.70) であった。そこで、5~95 % ile の範囲から、表1に示す5名(21~23歳)を被験者として選定した。被験者にはキーボードのトレーニングソフト(㈱日本能率コンサルタント、TYPE-QUICK J6)を用い、ブラインドタッチで1分間当たり25~30語の入力ができるように習熟させてから実験を行った。なお、実験室の照度は500 lxとした。

条件間の統計的検定には、対応のある差の検定(t-test)を用いた。なお、百分率で表した値は角度に変換してから検定した。身体部位の訴えは、評点を1~5点とし、訴えの高い状態の合計点である25点を分母として、その割合を求めた。

3. 結果

3-1. 入力数

60分間の全条件の平均入力数は、大文字では76文字、小文字では4040文字であった。分散分析を行った結果、被験者間および条件間に入力数の差は認められなかった。

3-2. 筋活動

(1) 筋活動の分散分析と主観評価

筋電図の各測定部位ごとに、60分間の筋活動の平均値について、被験者、肘掛けの高さ、キーボードの位置の3つの因子で分散分析を行った。その結果、三角筋前部の左右と橈側手根屈筋の右を除いた9部位において、被験者の因子に差が認められた($p < 0.05$)。三角筋前部の右では肘掛けの高さの因子に差が認められ($p < 0.05$)、僧帽筋中部の左、三角筋中部の左、橈側手根伸筋の右では被験者とキーボードの位置の交互作用が認められた($p < 0.05$)。

作業後に行った質問紙調査の結果、被験者全員が肘掛けがあるほうがよいと回答していた。しかし、肘掛けの高さ別に筋活動の平均値を比べると、肘掛けのある条件がない条件に比べて必ずしも筋活動が減少しているわけではなかった。0 cm 条件における僧帽筋上部および中部の左右、三角筋中部の左、橈側手根伸筋の左、および8 cm 条件における橈側手根伸筋の右では、肘掛けの高さ28 cm 条件では肘掛けのない0 cm 条件よりも筋活動が大きかった。

被験者の身長を横軸にとり、各キーボードの位置において被験者が良いと主観評価した肘掛けの高さを示したのが図2である。各筋電図の平均値が最小値を示

図2 身長と被験者が良いと評価した肘掛けの高さとの関係

Fig. 2 Relationship between stature and arm-rest height with preferred setting.

表2 筋活動の経時的変動に関する分散分析の結果

Tab.2 Time series analysis of variance on the muscle activities.

	Arm-rests Keyboard	Left				Right			
		—		○		—		○	
		0 cm	8 cm	0 cm	8 cm	0 cm	8 cm	0 cm	8 cm
Trapezius(upper)		☆ [1.4]	☆ [1.2]	★ [0.7]	☆ [1.1]				★ [0.8]
Trapezius(middle)				★ [0.7]	☆ [1.5]	★ [1.2]	★ [1.0]	★ [1.1]	
Deltoid (anterior)									
Deltoid (middle)						★ [1.8]		☆ [1.3]	
Extensor carpi radialis									
Flexor carpi radialis		★ [1.3]	★ [1.0]	★ [0.8]	★ [0.6]	★ [1.4]	★ [1.1]	★ [0.9]	

— : without arm-rests, ○ : with arm-rests, [] : max-min (%), ★ : $p < 0.01$, ☆ : $p < 0.05$

した肘掛けの高さと、被験者が良いと評価した肘掛けの高さとは、必ずしも一致しなかった。しかし、0 cm 条件における三角筋前部の右、8 cm 条件における三角筋中部の左右、橈側手根屈筋の右では筋活動が小さく、これに対して肘掛けの高さが良いと主観評価した被験者が3人いた。

(2) 筋活動の経時的変動

キーボードの位置、および肘掛けなし条件と被験者が良いと評価した高さに肘掛けを設定した条件について、5分間ごとの各筋活動の経時的変動について分散分析した結果を表2に示す。

有意差が認められた筋の経時的変動をみると、いずれも時間経過に伴って筋活動が増加するパターンを呈していた。肘掛けありの8 cm 条件における僧帽筋上部の右と僧帽筋中部の左を除いて、キーボードの位置を0 cm から8 cm にする、あるいは肘掛けを設置することにより、筋活動の変動幅は小さくなった。

(3) 肘掛けの有無とキーボードの位置

4条件における筋活動の平均値を図3に示す。

左についてみると、僧帽筋上部と三角筋前部では、肘掛けなしの0 cm 条件に比較して、肘掛けありの8 cm 条件の筋活動が小さかった（僧帽筋上部 $p < 0.05$ 、三角筋前部 $p < 0.10$ ）。三角筋中部では、肘掛けなしの8 cm 条件に比べて、肘掛けありの8 cm 条件では筋活動が増加していた（ $p < 0.05$ ）。

右についてみると、三角筋前部では肘掛けなしの0 cm 条件に比較して、肘掛けありの条件の筋活動が有意に減少し（ $p < 0.05$ ）、三角筋中部では、肘掛けありの8 cm 条件の筋活動が、肘掛けなしの8 cm 条件に比べて減少する傾向を示した（ $p < 0.10$ ）。橈側手根屈筋では、肘掛けの有無にかかわらず、キーボードを0 cm

図3 条件別にみた筋活動の比較

Fig.3 Comparison of the EMG activities.

* : $p < 0.05$, + : $p < 0.10$.

図4 条件別にみた肘掛けにかかる荷重 (平均値±SD)
Fig. 4 Comparison of the weight loading onto the arm-rests (mean±SD). **: $p < 0.01$, *: $p < 0.05$, +: $p < 0.10$.

条件から8 cm 条件にすることで筋活動が減少した(肘掛けなし条件では $p < 0.10$, あり条件では $p < 0.05$).

3-3. 肘掛けにかかる荷重

図4に、肘掛けの高さ別にみた左右の肘掛けにかかる荷重の平均値を示す。キーボードの位置にかかわらず、肘掛けの高さが高いほど荷重が大きかった。8 cm 条件で肘掛けの高さ24 cm では、0 cm 条件で肘掛けの高さが24, 26, 28 cm に比較して、肘掛けにかかる荷重が有意に小さかった(24 cm 条件では $p < 0.05$, その他は $p < 0.01$)。

被験者が良いと評価した肘掛けの高さにおける、左右の荷重の経時的変動をみると、いずれの被験者も作業の初期から肘掛けに体重の一部をかけていた。経時的変動について分散分析した結果、8 cm 条件における右の荷重を除いて、他の3条件では時間経過に伴って変動する傾向が観察された($p < 0.10$)。0 cm 条件では、作業時間の経過に伴い荷重が増加し、35分目付近で減少するものの、その後、再び増加するパターンを呈していた。

3-4. フリッカー値と疲労身体部位

被験者が良いと評価した高さの肘掛けがある場合、0 cm 条件では作業前値と他の時点のフリッカー値との間に有意差は認められなかった。肘掛けなし条件、および肘掛けありの8 cm 条件では、作業前値と作業開始後30分目との間に有意の低下が認められ(肘掛けなしの8 cm 条件では $p < 0.01$, その他では $p <$

0.05), 作業終了直後のフリッカー値との間にも有意の低下が認められた(肘掛けなしの0 cm 条件では $p < 0.01$, その他では $p < 0.05$)。

肘掛けなしの条件と被験者が良いと評価した高さの肘掛けがある条件について、作業終了直後の身体疲労部位の訴え率をみると、いずれの条件においても左右の眼部に50%以上の訴え得点があった。後頭部と左右の肩甲骨部について、肘掛けなしの条件ではいずれも50%以上の訴え得点があったのに対して、肘掛けありの条件では、0 cm 条件で右の肩甲骨部、8 cm 条件では後頭部と左右の肩甲骨部の訴え得点が25~50%未満であった。その他の部位で25%以上の訴え得点のあったものを列挙すると、肘掛けなしの0 cm 条件では左右の臀部、左右の肩甲骨間部、右上腕、右肘関節、右前腕、右腕関節であった。また、肘掛けなしの8 cm 条件では左肘関節、左前腕、左右腕関節、左手掌部であった。一方、肘掛けありの0 cm 条件では右薬指だけであり、肘掛けありの8 cm 条件では、25%以上の得点はなかった。

3-5. 誤答率

被験者が良いと評価した高さの肘掛けがありとなしの条件について、60分間の平均誤答率を図5に示す。

作業開始後15分間ごとの誤答率を比較すると、肘掛けありの8 cm 条件では肘掛けなしの0 cm 条件に比較して、31分目から45分目までの時間帯を除いて、誤答率が有意に低く(15分目までは $p < 0.05$, その他は $p < 0.01$), 60分間の平均誤答率も有意に低かった($p < 0.01$)。肘掛けありの0 cm 条件では、肘掛けなしの0 cm 条件に比較して、31分目以降の誤答率が低くなる傾向が観察された($p < 0.10$)。

4. 考 察

筋電図は筋の活動レベルを評価するのに用いられ、静的・動的筋活動において筋力とEMG活動との間に

図5 条件別にみた誤答率の比較
Fig. 5 Comparison of the error rate. **: $p < 0.01$.

は高い相関があるといわれている⁹⁾。そこで、キー入力作業に関連する肩、腕、手関節部の筋活動の大小関係をもとに各実験条件における筋負担をみると、各筋の筋活動が最小値を示した条件と被験者が主観的に良いと評価した条件とは必ずしも一致しなかった。

机の高さが調節可能なワークステーションでは、作業者が選択したキーボードの高さは73~85 cmの範囲にあり、椅子についても46~48 cmの高さを好んだとされている³⁾。机や椅子の高さが調節可能であれば、多くの身体部位の筋活動が最小になるような条件を選択することができたと推測されるが、本実験では机と椅子の高さが制約されているので一致度が低かったものと考えられる。しかし、測定した筋のなかでは、三角筋の前部と中部について最小値と主観評価との一致度が高かった。前腕と手首の支持ができる場合には、キーボードの高さに対して腕の外転および前傾角度を変えることで対応していたとの報告がある⁴⁾。

本実験においても、分散分析では三角筋の前部に關して肘掛けの高さの因子に差が認められ、被験者は制約された条件のなかで腕の外転や前挙に使用する筋の負担が最小となる肘掛けの高さを評価の尺度とした結果、三角筋と主観評価との一致度が高くなったものと推測される。

筋の疲労は、張力発生の減少、一定張力保持中のEMG活動の増加、EMGパワースペクトルの低い周波数への移動の3つの現象から評価できるといわれている¹⁰⁾。そこで、肘掛けなしの条件と被験者の好みの高さに肘掛けを設置した条件における筋活動の経時的変動をみると、僧帽筋上部の左右と僧帽筋中部の右に関しては、いずれの条件でも作業時間の経過により筋活動が増加した。僧帽筋の筋活動は前腕や手首を支持することにより増加したり、顕著な軽減がみられなかったと報告されているように^{5,6)}、本実験でも顕著な軽減効果はみられなかった。しかし、キーボードの位置が同じでも肘掛けを設置することにより筋活動の増加が若干小さくなったことから、多少の効果はあるものと思われる。

橈側手根屈筋では、肘掛けを設置することで時間経過に伴う変動幅が小さくなり、右手に関しては肘掛けを設置して手首を機の端で支持した条件において筋活動の増加がみられず、作業中の筋活動の平均値も小さくなった。三角筋の前部では、肘掛けの設置により負担が減少し、さらに機の端からキーボードまでの距離をとることにより、負担軽減の効果が大きくなることが明らかになった。三角筋中部においても同様の結果が得られ、筋活動の分析結果から肘掛けの使用は筋負担の軽減に効果があるものと考えられる。

フリッカー値は、肘掛けを設置してキーボードを機の端においた条件では低下がみられなかったが、その他の条件では作業時間の経過に伴い低下し、本実験で課した作業の負荷が強かったものと推測される。なお、低下の少なかった原因は、1名の被験者の値が大きく影響したためであるが、その原因は明らかではない。

身体疲労部位をみると、VDT画面の注視を要求される作業であったために、いずれの条件でも眼部の訴えは大きかった。しかし、作業の負荷が強かったにもかかわらず、肘掛けを設置することで、身体疲労部位の訴えの数やその得点は低くなっていた。誤答率をみても、肘掛けを設置した条件では作業の前半から誤答率が低かった。また、誤答率の低下は、肘掛けのない条件に比較して、肘掛けを設置してキーボードの位置を機の端から離すことにより顕著になり、肘掛けの効果が大きかった。

腕や手首の支持台の効果については、小さな計算機の操作や休憩が多いVDU作業などでは有効であるのに対して、連続タイピング作業やVDUを用いたワープロ作業などの可動性を要求される作業では有効性が疑わしいという報告もある⁶⁾。前腕の動きを必要としない、あるいは肘を中心に小さい回転を要する作業では、固定した肘掛けが有効だともいわれている⁵⁾。

本実験で課した作業は、両手を使って入力する作業であるが、数字や記号などが含まれず、入力した文字が限られ、要求される入力スピードも速くはなかった。手首を支点とした範囲内でキー入力できるため、8 cm条件では全員が手首を機の端にのせて入力し、そのため肘掛けの設置が筋負担の軽減に有効であったとも考えられる。キーボードと機の端との間に距離を設けた条件や肘掛けを設置した条件では、筋負担の蓄積が少ないと思われる時点や作業の後半においても、肘掛けを設置せずキーボードを機の端においた条件に比べて誤答率が小さかった。肘掛けや机に手首を支持できるスペースがあると、肘と手首を支点としてキー入力ができるため、キーに対する指の位置決め動作がしやすくなり、誤答率の減少にも効果があつたと考えられる。

商工会議所検定の英文タイプ速度合格基準によると、本実験の被験者のタイプ速度はA~Eの5つの級のうち下位から2番目のD級に属す。ちなみに、A級は1分間に50語以上の速度である。タッチメソッドの未習得者は、習得者に比べて左僧帽筋の筋負担レベルが高いと報告されている¹¹⁾。テンキーだけを使用して同様の条件で入力作業をさせた結果では、キーボードを機の端から少し離して手首を支持できるようにするだけで、キー入力に使用する右手の僧帽筋上部や上腕二頭筋、橈側手根屈筋の負荷を軽減できることができ、

さらに肘掛けを併用することで僧帽筋中部の負荷も軽減できる。右手に関しては最大筋力に対する筋活動の平均比率を5%以下にすることができた¹²⁾。しかし本実験では、筋活動の平均レベルが早期に局所筋疲労が発現するといわれている¹³⁾10%を超える部位も多く、キーを見ないで入力する方法に十分に習熟していないことが、筋活動の大きさや誤答率に影響しているとも考えられる。

キー入力に対する習熟の度合いが低い人でもキーボードの使用頻度が高くなっていること、さらに高さが固定された机上でキー入力作業をしたり、奥行きの狭い机上で作業する状況も多くみられる。机と椅子の高さが固定され、限られた範囲内の両手キー入力をする作業では、負担軽減や作業成績の向上の観点から、肘掛けの活用を検討することも必要と思われる。

肘掛けの高さが不相当であると肘掛けのない場合よりも筋負担が大きくなったこと、肘掛けの高さが低いと背の低い被験者が肘掛けを有効に活用できなかったことから、肘掛けを被験者に適した高さに設定する必要がある。肘の高さは身長との相関が高いといわれ¹⁴⁾、本実験においても被験者の好む肘掛けの高さと身長との関連性が示唆された。しかし、本実験で設定した肘掛けの高さの間隔が2cm刻みであったことと、被験者数が少なかったために、最適な肘掛けの高さを求めることはできなかった。今後、被験者の体格、キー入力の習熟度などを考慮して被験者数を増やし、検討していくことが必要と考えられる。

5. まとめ

机と椅子の高さが固定された条件において、可動範囲が限られた両手を使ったキー入力作業をさせた。その結果、被験者が良いと評価した高さの肘掛けを椅子に設置することで、キーボードの位置にかかわらず、被験者の筋負担や負担感の軽減、および作業能率の向上に効果のあることが示唆された。

参考文献

- 1) 中迫 勝, W. ヒュンティング, T. ロイブリー, E. グランジャン: Visual Display Terminals 作業者の拘束姿勢とその人間工学的問題, 労働科学, 58(4), 203~212, 1982.
- 2) Pineault, R. and Berthelette, D.: Health hazards of VDTs. In Grandjean, E. (ed.), Ergonomics and health in modern office, 164~151, Taylor & Francis, London, 1984.
- 3) Grandjean, E., Hunting, W. and Pidermann,

- M.: VDT workstation design: Preferred settings and their effects, Human Factors, 25(2), 161~175, 1983.
- 4) Weber, A., Sancin, E. and Grandjean, E.: The effects of various keyboard heights on EMG and physical discomfort. In Grandjean, E. (ed), Ergonomics and health in modern offices, 477~483, Taylor & Francis, London, 1984.
- 5) Tuveson, M. A., Ekberg, K., Eklund, J. A., Noorlind Brage, H., Odenrick, P. and Örtengren, R.: Arm suspension balancers in different VDU work conditions. In Haslegrave, C., Wilson, J., Corlett, N. and Manenica, I. (eds), Work design in practice, 60~66, Taylor & Francis, London, 1990.
- 6) Bendix, T. and Jessen, F.: Wrist support during typing—a controlled, electromyographic study, Applied Ergonomics, 17(3), 162~168, 1986.
- 7) 谷井克則: 前腕支持の有無別にみたキーボード位置の局所筋負担への影響, 製品科学研究所研究報告, No.103, 47~51, 1985.
- 8) Occhipinti, E. and Colombini, D.: Sitting posture analysis of lumbar stresses with upper limbs supported, Ergonomics, 28(9), 1333~1346, 1985.
- 9) Colett, E. N.: Static muscle loading and the evaluation of posture. In Wilson, J. and Colett, N. (eds), Evaluation of human work, 542~570, Taylor & Francis, London, 1990.
- 10) 室 増男 (永田 晟編): からだ・運動の科学, p. 43, 朝倉書店, 1983.
- 11) 井谷 徹, 大谷 透, 新井常子, 小河孝則, 青山英康: VDT 作業時の筋負担に関する実験研究, 日本衛生学雑誌, 42(1), 434, 1987.
- 12) Hasegawa, T. and Kumashiro, M.: Approach to the design of a comfortable chair for VDT workers, Proceedings of the 2nd Pan-Pacific conference on occupational ergonomics, 222~227, 1992.
- 13) Björkstén, M. and Jonsson, B.: Endurance limit of force in long-term intermittent static contractions, Scandinavian Journal of Work, Environment and Health, 3, 23~27, 1977.
- 14) Bex, F. H. A.: Desk heights, Applied Ergonomics, 2(3), 138~140, 1971.