

氏名(本籍)	谷井克則(神奈川県)		
学位の種類	博士(学術)		
学位記番号	博乙第837号		
学位授与年月日	平成5年1月31日		
学位授与の要件	学位規則第5条第2項該当		
審査研究科	体育科学研究科		
学位論文題目	随意運動開始前の末梢性電位変化と筋運動の上位中枢性調節との関係 —筋電位変化, 脳電位変動および筋収縮様式からの検討—		
主査	筑波大学教授	医学博士	池上晴夫
副査	筑波大学教授	医学博士	藤田紀盛
副査	筑波大学教授	理学博士	岡田守彦
副査	筑波大学助教授	学術博士	菊池正
副査	筑波大学教授	医学博士	佐々木日出男
副査	筑波大学教授	博士(教育学)	渡辺光雄

論 文 の 要 旨

筋を軽く持続的に収縮した静止状態から急激に随意的収縮を行うと、急激な筋収縮に先行して表面筋電位が一時的に消失することが知られている。Premovement silent period(PSP)と呼ばれるこの現象は、四肢の関節伸展運動において研究されてきたが、この機能的役割はまだ解明されていない。著者は同様の条件下において随意運動開始の数100msec前にPSPのほかにピーク間隔が20~30msecの緩やかな鋸歯状筋電位変化が起こることを見だし、rhythmic slower wave (RSW)と命名した。この筋電位変化はPSPとともに注目すべき現象であると考えられるが、これまでまったく報告されていない。

本研究の目的は、随意筋運動の準備期に出発するRSWが脳における特異的な運動準備状態の形成活動の脊髄への投射によって起こる神経活動を反映した現象であるか否か、またPSPは運動開始命令と関連した上位中枢の現象であるか否かを検討し、RSWおよびPSPと上位中枢における筋運動調節との関係、ならびにRSWやPSPの機能的役割を運動生理学的に明らかにしようとするものである。この目的を遂行するために、ヒトを対象にして、表面電極および針電極による筋電位と表面電極による運動関連脳電位を記録して検討した。

急激に腰部伸展運動をさせた際のRSWの出現様式を検討した結果、RSWがその運動に関与する脊柱起立筋、大臀筋および半腱様筋から検出された。そのピーク間隔は20~30msecであり、各被検

者に共通していた。針電極と表面電極を用いて同時に記録したところ、RSWに対応して複数の運動単位の同期性放電が20～30msec間隔で認められた。これらの結果から、RSWは神経活動を反映した生理現象であるとともに、RSWの出現時間はおおくの場合相動性筋放電出現時間の300msec前であったことから、RSWは運動準備と関連した現象であると推察した。

PSP及びRSWは上位中枢の現象であろうと考えられる。そこで脳電位と表面筋電位を同時に記録し、運動前脳電位の変動と表面筋電位変化との時間関係から両者の関係を検討した。その結果、運動前脳電位は3成分に識別され、第一成分（first negative potential, FNP）の出現は相動性筋放電の約1秒前であり、第二成分（second negative potential, SNP）は440msec前におこり、RSWの多くはこのSNPと一致した時点で出現した。第三成分（third negative potential, TNP）はPSPと対応した時点で出現し、その出現時間は相動性筋放電の47msec前であった。TNPは単極導出法ではこれまでに報告されたことのない運動関連電位成分である。SNP及びTNPの振幅は運動肢と同側よりも対側の脳半球において有意に大きかった。これらの結果から、RSW及びPSPは急激な随意筋運動の中枢プログラムの形成および運動開始命令とそれぞれ関係があると考えた。

PSPの出現率が高かった被検者の相動性筋放電および筋力の立ち上がり速度は、PSP出現率が低かった被検者よりも速かった。またTNP出現者のPSP出現率は高かった。これらの結果はPSPがTNPとともに素早い動作よりもむしろ急激な筋力の発揮と密接に関係していることを示唆する。そこでRSW及びPSPと筋運動の中枢性調節との関わりの有無およびそれらの機能的役割を明らかにするために、外的負荷のない状態における肘関節の素早い伸展時および急激な等尺性筋収縮時に、RSWとPSPの出現及び上記の運動前脳電位成分に対する影響を比較的検討した。その結果、PSPとRSWの出現率は素早い伸展時よりも急激な等尺性筋収縮時において有意に高く、PSPの持続時間も後者において有意に長かった。等尺性筋収縮時にはFNP, SNP, TNPの3成分が認められたが、関節伸展時にはTNPは認められなかった。これらのことから、RSWもPSPも随意筋収縮の強さ及び速さの中枢調節と関係があり、筋力を急激に発揮するための中枢プログラムおよび筋運動の開始命令の形成に関連して出現するものであることを示唆するものであり、したがってPSPはTNPと密接に関連する現象であると考察した。

以上を総括して、RSWおよびPSPは急激な筋力発揮の準備状態の形成および運動開始命令の生成のための運動中枢活動の脊髄投射によって出現している可能性があり、PSPの役割は相動性筋放電の上昇速度を速めることによって筋力の発揮速度を加速するのであろうと結論した。

審 査 の 要 旨

本論文は急激に始まる筋収縮に先立っておこる筋電位ならびに脳電位の変化を観察することによって、premovement silent period (PSP) およびrhythmic slower wave (RSW)の生理学的意義を明らかにしようとしたものである。著者は急激に運動を開始する際には、運動を先立って20～30 msecの周期のリズミカルな筋電位変化が発生することを見だし、これをRSWと命名した。この波

の存在はこれまで報告がなく、したがって波の発見自体が一つの業績として評価できる。PSPの存在は以前から知られていたが、その発生機序や生理学的意義は明らかでなかった。著者はPSPおよびRSWについて同時におこる脳電位の変化と対応して検討した結果、この二つの波は中枢神経活動を反映することが推定され、急激な筋力発揮の準備状態の形成および運動開始命令の生成に関連したものであり、PSPの役割は相動性筋放電の上昇を速めることによって、筋力の立ち上がりを加速するものであろうと結論した。中枢神経の機序を追及するのに頭皮上脳電位記録法を用いている点に方法論上の限界はあるが、これまで明らかでなかったPSPおよび新たに発見されたRSWの発生機序に関して一つの解釈を与えたものであり、その意義は大きい。以上により、本論文は独創性に富む研究報告であり、体育科学、生理学、生物学等の分野における学問的意義は高く、博士（学術）論文として十分評価しうるものである。

よって著者は（学術）の学位を受けるのに十分な資格を有するものと認める。