

頸髄損傷者にみられる クローヌスや筋痙攣に対する循環反応

坂口 暁洋¹⁾, 藤田 祥子¹⁾, 高橋 真¹⁾, 細川 恵子¹⁾
川口浩太郎²⁾, 大成 浄志²⁾

キーワード (Key words) : 1. クローヌス (clonus) 2. 筋痙攣 (muscle spasm)
3. 頸髄損傷者 (patients with quadriplegia)

頸髄損傷者にみられるクローヌスや筋痙攣が循環動態に与える影響について検討することを目的とした。対象者はC7レベルでの男性頸髄損傷者2名(症例1:年齢41歳;身長172 cm;体重55kg;罹病年数;10年)とし, 損傷レベル以下での感覚機能, 運動機能ともに消失していた(ASIA gradeA)。5分間の車椅子安静座位の後, 対象者の麻痺域末梢部に求心性の刺激を加えクローヌスや筋痙攣を誘発した。その際, 収縮期血圧(BP), 1回拍出量(SV), 心拍出量(CO), 全末梢血管抵抗値(TPR), 心拍数(HR), 腓腹筋部ヘモグロビン量(TotalHb), 心拍変動高周波成分(HF), 腓腹筋筋電図を記録した。刺激により腓腹筋の収縮が筋電図により確認された。症例1ではBP, HR, CO, TPR, HFが増加したが, SVは安静時の80%まで減少した。症例2ではBP, SV, CO, HFは増加した。さらにHRは刺激を加えた直後に, いったん安静時の150%まで増加した後, 安静時の75%まで減少した。TPRは安静時の60%まで減少した後, 安静時の150%まで増加した。また, TotalHbは両症例ともに変化しなかった。したがって, クローヌスや筋痙攣の出現とともに循環動態に変化がもたらされ血圧が上昇することが示され, 末梢部の求心性刺激によるクローヌスや筋痙攣は脊髄内に異常興奮を生じ, 反射性の交感神経活動により心臓や血管に影響を与えたことが考えられた。

はじめに

脊髄に損傷を受けると, 損傷部以下の脊髄はいわゆる脊髄ショック状態になり脊髄反射がすべて消失するが, 損傷から3~6週が経過し脊髄ショックから脱すると伸張反射が亢進し痙攣が出現する¹⁾。頸髄損傷者にみられる痙攣や筋痙攣は, 立位動作時に下肢の伸筋群の不随意的な収縮により支持性を得ることや, 褥瘡や骨萎縮を予防するといった面では有効であるが, その出現頻度や強さが過度となると横隔膜運動の妨げによる呼吸困難や, 膀胱外括約筋や肛門外括約筋の緊張亢進による排泄障害を引き起こすとされている¹⁻³⁾。このような, 痙攣や筋痙攣による筋緊張の亢進が頸髄損傷者の生活に及ぼす影響については検討されているが, 生理学的に動脈血圧の変化や循環反応といった側面から検討されたものはあまり報告されていない。そこで本研究では, 痙攣によるクローヌスや筋痙攣などの神経系異常興奮にともなう麻痺筋不随意運動出現時の循環反応に注目し, 動脈血圧やそれに関与している循環動態がどのように変化するかについて検討することを目的とした。

対 象

対象は男性頸髄損傷者2名とした。脊髄損傷の神経学のおよび機能的分類にはASIA(American Spinal Injury Association)により分類した。

	性別	年齢 (歳)	身長 (cm)	体重 (kg)	罹病年数 (年)	損傷 部位	ASIA
症例1	男性	44	172	55	20	C7	Grade A
症例2	男性	31	171	50	10	C7	Grade A

対象者には測定前に本研究の主旨, 自分の意志でいつでも測定中止ができることを説明し承諾を得た。

方 法

1. 測定プロトコール

測定前に排泄を済ませた上で, 5分間の車椅子安静座位をとった後, 関節運動による刺激を加え痙攣や筋痙攣を誘発した。その後約10分間の経過を測定した。(図1) 刺激を加える方法は, 対象者との相談によりもっとも軽

・ The effect of clonus and muscle spasm on cardiovascular responses in patients with quadriplegia
・ 所属: 1) 広島大学大学院医学系研究科保健学専攻 2) 広島大学医学部保健学科学療法学専攻
・ 広島大学保健学ジャーナル Vol. 2(1): 90~94, 2002



図1 クロウヌスおよび筋痙攣の出現風景

い刺激で容易にクロウヌスや筋痙攣を誘発しやすい方法を選択した。症例1では片側膝関節を伸展させる動作、症例2では片側足関節を背屈させる動作を行った。その際、対象者の自動運動による循環反応の影響をなくすため、関節運動による刺激はいずれも験者によって他動的に行ない、刺激を加えるのは短時間で筋収縮が得られた時点で刺激は中止した。

2. 測定項目

1) 動脈血圧および循環反応

動脈血圧測定はTNO TPD Biomedical Instrumentation社製連続指血圧測定装置 (Portapres Model - 2) を用いて行った。示指にカフを装着し、1拍毎の動脈圧波形を連続的に記録し、動脈血圧を求めた。また、記録した動脈圧波形をパーソナルコンピュータにとりこみ、解析ソフトBeatscope Ver1.0を用いてModel Flowアルゴリズムにより、心拍出量(CO)、一回拍出量(SV)、全末梢血管抵抗(TPR)、心拍数(HR)を算出した。Beatscope Ver1.0により算出されたデータは、安静座位5分間の平均値に対する変化率(%)として表した。

2) 下腿部血液量

下腿部血液量の指標としてオメガウェーブ社製近赤外分光法装置(BOM-L1TR)を用いて、腓腹筋部でのTotalHbを測定した。得られたデータはA/Dinstrument社製Mac Lab 8Sを用いてサンプリング周波数10HzにてAnalog to Digital変換後パーソナルコンピュータに取り込んだ。

3) 自律神経(心臓迷走神経)評価

フクダ電子社製Dinascope - 3140を用いて双胸部誘導にて心電図をモニターした。心電図データをA/Dinstrument社製Mac Lab 8Sを用いてAnalog to Digital変換後、パーソナルコンピュータに取り込み、諏訪トラスト社製リアルタイム心拍ゆらぎ解析システムTARAWA/WINを用いて1拍毎のRR間隔時系列

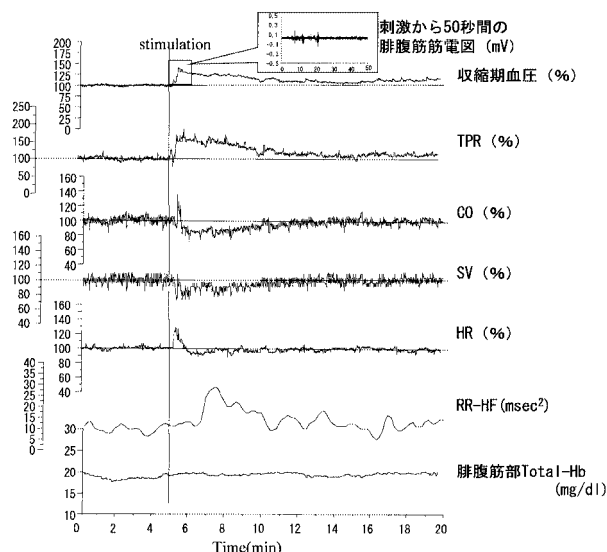


図2 血圧に伴う循環反応とHF成分(症例1)

データを求め、高周波数成分(0.15~0.40Hz, RR-HF)を算出した。

4) 麻痺筋筋電図

クロウヌスや筋痙攣の出現状況を観察するため、腓腹筋の表面筋電図を双極誘導にて導出した。筋電位はA/Dinstrument社製Bioamp ML132で増幅し、A/Dinstrument社製Mac Lab 8Sを用いてサンプリング周波数1kHz(High pass10Hz, Low pass 500Hz)でAnalog to Digital変換後、パーソナルコンピュータに取り込んだ。

結 果

症例1において、クロウヌスや筋痙攣の誘発にともない麻痺筋における筋収縮が筋電図により確認された。不随意運動出現にともない収縮期血圧は安静値の約150%まで上昇したのち、10分以上安静値よりも高い値を示した。また、HRは麻痺筋不随意運動出現直後に安静値の約130%まで急激に増加した後、すみやかに安静時に回復した。SVは安静値の約80%まで減少した後、徐々に安静時まで回復した。またCOにおいては不随意運動直後に安静値の約130%まで増加した後、逆に安静値の約80%まで減少した。一方、TPRは不随意運動後しばらくしてから安静値の約170%まで増加した後、徐々に安静時に回復した。HF成分は不随意運動出現から約2分が経過したあたりから急激に上昇した。TotalHbに関しては、特に変化を示さなかった。(図2)

症例2においても、クロウヌスや筋痙攣誘発にともない麻痺筋における筋収縮が筋電図により確認された。不随意運動出現にともない収縮期血圧は安静値の約250%まで著しい上昇を示した。また、HRは麻痺筋不随意運

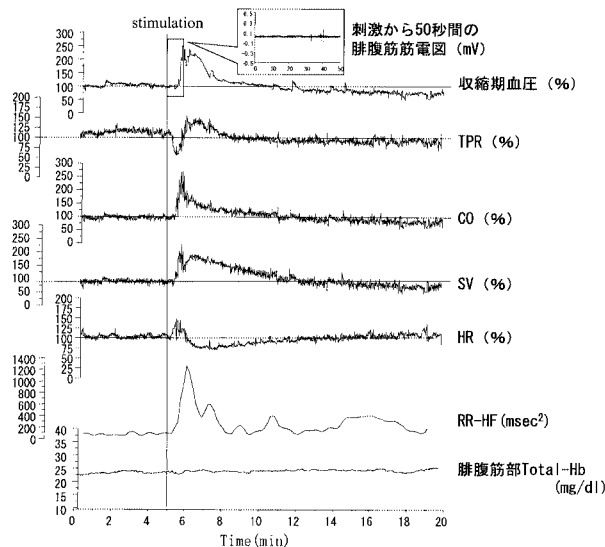


図3 血圧に伴う循環反応とHF成分（症例2）

動出現直後に安静値の約150%まで増加した後、逆に安静値の約75%まで減少した。SVは安静値の200%以上増加した後、徐々に安静時まで回復した。COは安静値の250%以上に増加したが、TPRは安静値の約60%まで減少した。その後、安静値の約150%まで急激に増加したが、徐々に安静時に回復した。HF成分は不随意運動出現にともない急激に上昇したが、TotalHbに関しては、特に変化を示さなかった。（図3）

考 察

クローヌスとは単シナプス反射の相動性伸張反射が著しく亢進することで、伸張ストレスなどの求心性刺激を加えられた筋が収縮を繰り返すといった現象とされている¹⁾。そして、筋痙攣は損傷部位以下の脊髄内に異常興奮伝播を生じ、麻痺域の一部または全体の筋収縮を起こすもので、この場合の求心性刺激としては、筋の伸張のみに限定されず、有害無害を問わない皮膚刺激、内臓器の異常などが刺激となりうる³⁾。また河村ら⁴⁾は、脊髄損傷者における筋痙攣の出現頻度は1日に5回から30回、平均14回であり、1回の筋痙攣の持続時間は3秒から15秒、平均9秒であったと報告している。したがって痙攣や筋痙攣が身体反応に及ぼす影響について詳細に検討することは頸髄損傷者が日常生活を過ごすうえで重要であると考え、生理学的な側面から痙攣や筋痙攣が動脈血圧や循環動態に与える影響について検討した。

今回の結果から、症例1、2ともにクローヌスや筋痙攣を誘発による麻痺筋不随意運動の出現にともない収縮期血圧が上昇し、しばらく安静値よりも高い値が継続する点は共通していたが、収縮期血圧の上昇率においては個人で差が認められた。さらに、全体的にTPRも増加し

たのち、しばらく安静値よりも高い値を維持していたが、症例2にみられたように不随意運動直後にはTPRが急激な減少が認められた。運動により局所の代謝が高まることで、乳酸などの血管拡張物質が産生、蓄積されると、代謝性血管拡張がおこりTPRが減少することが知られている⁵⁾。よって今回は麻痺筋での不随意的運動ではあるが、クローヌスや筋痙攣の誘発直後に認められたTPRの減少には、代謝性血管拡張が関与している可能性がある。また、HRは不随意運動開始直後に反応し急激に増加するが、その後減少を示し安静時またはそれ以下の状態を示した。Ann-Katrin Karlssonら⁶⁾は、C7~Th4レベルでの脊髄損傷者に対して腹部の軽打刺激により求心性刺激で自律神経過反射を誘発した場合、麻痺域下肢のノルアドレナリンが増加したことから、脊髄損傷レベル以下での反射性交感神経機構は残存していることが考えられたと報告している。したがって、自律神経過反射⁷⁻⁹⁾と同様の発生メカニズムである痙攣や筋痙攣も、脊髄レベルでの異常興奮により反射性交感神経機構が働き心臓交感神経が働くことによりHRが増加したことが考えられる。逆にHRが減少したことについて、心臓迷走神経は脳幹由来のため頸髄損傷者においても損傷を免れ機能していることが考えられる。さらに、HR減少と同時にHF成分が急激に増加していたことから、著しく上昇した動脈血圧を抑制するために、圧反射を介した心臓迷走神経の活動¹⁰⁾によりHR減少が引き起こされたと考えられる。そして、SVにおいては、不随意運動開始後に急激に増加するものや、反対に減少するといった反応が認められた。SVの増加には、痙攣や筋痙攣の誘発により生じた反射性交感神経活動が、麻痺筋の収縮による筋ポンプ作用や麻痺域の血管収縮などをもたらすことで静脈還流が促されたことや、反射性心臓交感神経活動により心収縮力が増したことが関係していると思われる。麻痺域下肢での循環動態に関してHopman¹¹⁾は、脊髄損傷者は健康者と比較して大腿部での静脈駆血による下肢血液増加量は有意に少なく、駆血開放後の下肢血液減少速度も有意に遅いことから、麻痺域下肢では血管床が減少しており静脈血貯留は起こりにくいと報告されている。本研究においても腓腹筋部TotalHbは著明な変化を示しておらず、罹病年数が症例1で20年、症例2で10年が経過しており麻痺域下肢での血管萎縮が著しく、もともとの静脈血貯留量も少なかったことが関係していると思われる。さらにSVの反応においては、症例2のように麻痺筋不随意運動出現にともない減少しているものもあることから、必ずしも静脈還流量を増加させる方向に働くとは限らないことが示唆された。このHRとSVの関係によりCOも変化を示しており、特に不随意運動開始直後においては、HRの急激な増加がより強く反映されCOが急激に増加しており、収縮期血圧上昇の引き金となっていると思われる。

ま と め

頸髄損傷者にみられるクローヌスや筋痙攣といった神経系の異常興奮による麻痺筋不随意運動出現にともない、動脈血圧やそれに関与している循環動態がどのように変化するか検討した。その結果、症例1, 2ともにおいて収縮期血圧の上昇が認められたが、収縮期血圧の上昇率には個人差があった。また、TPRは全体的に増加を示したが、不随意運動開始直後には減少を示すことがあった。HRは不随意運動出現直後に反応し急激に上昇していたが、SVの変化様式は個人によって異なった。また、HR増加の影響を受けてCOも急激な増加を示しており、血圧上昇の開始要因となっていることが考えられた。これらの収縮期血圧および循環反応は麻痺筋不随意運動出現にともない、安静時と比べて明らかな変化を示しており、クローヌスや筋痙攣による神経系の異常興奮伝播により反射性に交感神経活動が働いたことが影響したのではないかと考えられる。

文 献

1. 大橋正洋：脊髄損傷マニュアル-リハビリテーション・マネジメント-，医学書院，東京，1998
2. Kawamura, J., Ise, M. and Tagami, M. : The clinical features of spasms in patients with a cervical cord injury, *Paraplegia*, 27 (3) : 222-226, 1989
3. 川村次郎，小野仁之，田上光男 他：脊髄損傷者における痙攣性と筋痙攣について，*脊椎脊髄ジャーナル*，3 (1) : 15-21, 1990
4. 川村次郎，小野仁之，田上光男 他：脊髄損傷者の筋痙攣 - 携帯型長時間記録装置による筋電図と関節角度の終夜記録 - ，*日本パラプレジア医学会雑誌*，5 (1) : 168-169, 1992
5. 東健彦：循環．本郷利憲（編）：標準生理学．533 - 587，医学書院，1996
6. Ann-Katrin Karlsson., Mikael Elam. and Peter Friberg. et al. : Regional sympathetic function in high spinal cord injury during mental stress and autonomic dysreflexia. *Brain*, 121 : 1711-1719, 1998
7. 服部孝道：自律神経過反射．*脊椎脊髄ジャーナル*，2 (1) : 53 - 54, 1989
8. 井上和宏，緒方 甫：脊髄損傷者の自律神経障害．*脊椎脊髄ジャーナル*，3 (1) : 23-30, 1990
9. 高木隆治，渡辺竜助，明石拓也：頸髄損傷者の自律神経過反射，特に血圧の変動について，*日本パラプレジア医学会雑誌*，10 (1) : 198 - 199, 1997
10. Henry, K., William, J. and Brown, DJ. et al. : Pressor dose responses and baroreflex sensitivity in quadriplegic spinal cord injury patients, *Journal of Hypertension*, 10 : 245-250, 1992
11. Hopman, MTE., Nommensen, E. and Asten, WNJC. et al. : Properties of the venous vascular system in the lower extremities of individuals with paraplegia. *Paraplegia*, 32 : 810 - 816, 1994

The effect of clonus and muscle spasm on cardiovascular responses in patients with quadriplegia

Akihiro Sakaguchi¹⁾, Sachiko Fujita¹⁾, Makoto Takahashi¹⁾,
Keiko Hosokawa¹⁾, Kotaro Kawaguchi²⁾ and Kiyoshi Onari²⁾

1) Health Sciences, Graduate School of Medical Sciences, Hiroshima University

2) Division of Physical Therapy, Institute of Health Sciences, Faculty of Medicine, Hiroshima University

Key words : 1 . clonus 2 . muscle spasm 3 . patients with quadriplegia

The purpose of this study was to examine the effect of clonus and muscle spasm on the cardiovascular responses of patients with cervical cord injury (CCI). Two males with a lesion at C7 volunteered for this study (Case 1: age 44 years; height 172 cm; weight 55 kg; duration of injury 20 years. Case 2: age 31 years; height 171 cm; weight 50 kg; duration of injury 10 years.). The subjects showed no sensory or motor below the level of the lesion (ASIA grade A). Following a rest period of 5 minutes in the wheelchair, peripheral afferent stimulation was performed in subjects. Systolic arterial blood pressure (BP), stroke volume (SV), Cardiac output (CO), Total peripheral resistance (TPR), heart rate (HR), total hemoglobin of calf (TotalHb), high frequency of heart rate variability (HF), and electromyogram (EMG) of gastrocnemius changes were measured. In result, following the stimulation, contraction of gastrocnemius were recognized with EMG. In case 1, BP, HR, CO, TPR and HF increased, whereas SV decreased by about 80%. In case 2, BP, SV, CO and HF increased. Immediately after stimulation, HR increased by about 150% and then decreased by about 75%. TPR decreased by about 60% and then increased by about 150%. TotalHb showed no change in either subject. These results suggested that clonus and muscle spasm induced circular reaction and a marked BP. Peripheral afferent stimulation during Clonus and muscle spasm that is induced by intraspinal hypersthenia decentralized part of the sympathetic nervous system and influenced heart and blood vessels.