

脊髄損傷者の仰臥位から立位への体位変換に伴う血圧変動と心拍数変動に関して

谷内 幸喜

城西国際大学福祉総合学部理学療法学科

(2020年9月1日受付)

要旨：〈目的〉脊髄損傷者における血圧変動は、リハビリテーション施行上の支障となることは言うまでもない。今回、仰臥位から立位への体位変換（以下、「仰臥位⇒立位」）における脊髄損傷者の血圧・心拍数の変動について検討した。〈対象および方法〉頸髄損傷者8名（A群）と下位胸髄および腰髄損傷者8名（B群）の16名に対して斜面台50°での立位（以下、立位）を10分間施行し、血圧（収縮期血圧・拡張期血圧）および心拍数を測定した。測定は安静仰臥位にて1回、立位直後に1回、立位開始から1分ごとに10回、立位終了直後に1回の計13回行い、安静時測定値を基準にした「仰臥位⇒立位」における血圧および心拍数の変動値と測定中変動幅を求めた。〈結果〉安静仰臥位から立位において、A群はB群に比べ、血圧は有意な減少変動を示し心拍数は有意な増加変動を示した。また、A群はB群に比べ、血圧の測定中変動幅は有意に大きかったが、心拍数の測定中変動幅は2群間での有意差は認められなかった。〈考察〉下位胸髄および腰髄損傷者に比べて頸髄損傷者では安静仰臥位から立位によって、血圧・心拍数ともに変動値が大きいことを確認した。また、頸髄損傷者における反射性循環調節は、血圧変動では有効に機能していないが、心拍数変動では有効に機能していることが示唆された。頸髄損傷者においては、十分な血圧管理はもちろん、心拍数との逆転現象を留意し、自律神経機能が不安定な状態であることを認識しながらリハビリテーションを施行していく必要性を改めて強く感じた。

(日職災医誌, 69:160—164, 2021)

—キーワード—

脊髄損傷者, 血圧変動, 心拍数変動

目 的

脊髄損傷者に対するリハビリテーションの場合、麻痺の程度や残存レベルによって将来獲得しうる日常生活活動（ADL）能力が大きく左右されるが、二次合併症がADL能力の獲得に与える影響は大きい。脊髄損傷者における二次合併症の中でも起立性低血圧や自律神経過緊張反射等は、リハビリテーションを施行する上で多大な支障となっていることは言うまでもない。一般的に頸髄損傷者（四肢麻痺者）は、下位胸髄および腰髄損傷者（対麻痺者）に比べて麻痺域が広いだけでなく、交感神経系の遮断により副交感神経系優位の状態を呈しているため、自律神経系が常に不安定状態であることが通説となっている^{1)~3)}。

今回、仰臥位から立位への体位変換（以下、「仰臥位⇒立位」）における頸髄損傷者と下位胸髄および腰髄損傷者の血圧・心拍数を測定し、その変動特性について検討し

たので報告する。

対象および方法

頸髄損傷者8名と下位胸髄および腰髄損傷者8名の計16名を対象（表1）に、斜面台によるヘッドアップ・ティルト試験（斜面台での立位）を実施した。

16名の脊髄損傷者に対して斜面台50°での立位（以下、立位）を10分間施行し、OMRON COLIN社製の自動血圧計（STBP-780）を使用して血圧（収縮期血圧・拡張期血圧）および心拍数を測定した。

斜面台0°での仰臥位姿勢を維持したまま呼吸状態が落ち着いたと判断した時点で、血圧・心拍数を1回測定。その後数十秒後にもう一度血圧・心拍数を測定し、前回の値とほぼ誤差がないと判断できた値を血圧（収縮期血圧・拡張期血圧）および心拍数における安静時の測定値とした。その後、斜面台50°での立位を施行、立位直後に1回、立位開始から1分ごとに10回、立位終了（斜面台

表1 被験者

損傷高位 (レベル) Zancolli の分類	損傷程度 Frankel の分類	年齢 (歳)
A 群		
C5B	B	53
C5A	A	23
C8B	B	60
C6A	B	60
C6BII	A	17
C5A	B	30
C4	B	18
C4	A	35
平均年齢		37.0
B 群		
Th12	B	27
L3	B	28
L1	B	65
Th10	A	55
Th12	B	24
L3	B	33
L4	B	41
L5	B	21
平均年齢		36.8

0°) 直後に1回の計13回測定した(図1)。なお、測定場所は室温25℃に設定するとともに、測定はリハビリテーション(理学療法)の終了直後や満腹時は避け、比較的落ち着いた食事前の空腹時に行った。

本研究は、ヘルシンキ宣言に基づき、研究説明書、研究同意書、研究同意撤回書を作成、被験者に研究参加に対する自由意志と権利の確認、個人情報保護に対する配慮を十分に説明し同意を得て実施した。

分析方法

頸髄損傷など脊髄高位損傷者においては、麻痺域の交感神経活動障害により血圧や心拍出量に影響が出やすくなる⁴⁾ため、交感神経活動障害が予想される頸髄損傷者8名(以下、A群)と下位胸髄および腰髄損傷者8名(以下、B群)の2群に分けて分析を行った。

「仰臥位⇒立位」に伴う血圧変動と心拍数変動を見るために、安静時測定値を基準にした血圧(収縮期血圧・拡張期血圧)および心拍数の変動値(安静時を除く12回分)と測定中(立位直後から立位終了直後)における最大値と最小値の差(測定中変動幅)を求めた。

2群間において「仰臥位⇒立位」に伴う血圧(収縮期血圧・拡張期血圧)および心拍数の変動に差があるかを調べるために、それぞれにおいてMann-WhitneyのU検定を用い、有意水準を5%未満として解析を行った。統計学的解析には、統計解析ソフト(JSTAT for Windows)を使用した。



仰臥位



立位

図1 斜面台による「仰臥位⇒立位」

結果

【安静時測定値を基準にした変動値】

A群はB群に比べ、血圧(収縮期血圧・拡張期血圧)は有意な減少変動を示し心拍数は有意な増加変動を示した(表2)。

【測定中変動幅】

A群はB群に比べ、血圧(収縮期血圧・拡張期血圧)の測定中変動幅は有意に大きかったが、心拍数の測定中変動幅は2群間での有意差は認められなかった(図2~4)。

考察

本研究結果から、下位胸髄および腰髄損傷者に比べて頸髄損傷者では「仰臥位⇒立位」によって、血圧・心拍数ともに変動値が大きいことを確認した。一般に血圧調整による正常なメカニズムといわれるものは、全身の循環血液量が体位変換等によって腹部や下肢に移行し心臓にもどる静脈還流量が減少すると、心拍出量の低下が発生する⁵⁾⁶⁾。心拍出量の低下現象は大動脈や頸動脈洞の圧受容体を刺激、その圧情報が延髄の血管運動中枢へ情報を送り、交感神経を中心とする調節反射が行われ、心臓収縮機能増加に伴う心拍数の増加および末梢血管抵抗の増加により、血圧は維持される¹⁾²⁾⁷⁾。つまり、頸髄損傷者は下位胸髄および腰髄損傷者と比べ反射性循環調節機能

表2 安静時測定値を基準にした「仰臥位⇒立位」における血圧（収縮期血圧・拡張期血圧）および心拍数の変動値
—各測定値ごとにおけるA群・B群間の比較検定（Mann-WhitneyのU検定）—

		仰臥位⇒立位											
		立位直後	1分後	2分後	3分後	4分後	5分後	6分後	7分後	8分後	9分後	10分後	立位終了直後
収縮期血圧													
A群平均変動幅		-25.3	-34.0	-36.9	-41.3	-41.1	-44.0	-42.3	-43.5	-39.5	-38.8	-37.5	-9.1
B群平均変動幅		-0.3	-2.5	-3.6	-6.6	-9.4	-5.0	-9.3	-5.3	-5.1	-4.0	-0.4	1.0
P値		p=0.0002	p=0.0002	p=0.0002	p=0.0002	p=0.0006	p=0.0002	p=0.0002	p=0.0002	p=0.0047	p=0.0002	p=0.0030	p=0.1605
有意差		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
拡張期血圧													
A群平均変動幅		-11.9	-19.4	-20.3	-20.6	-22.5	-22.3	-15.8	-18.6	-17.6	-16.6	-16.0	-0.6
B群平均変動幅		-0.9	-1.8	-3.3	-5.5	-7.4	1.8	-0.9	1.4	-1.0	-3.3	-4.9	-4.6
P値		p=0.0030	p=0.0019	p=0.0207	p=0.0104	p=0.0104	p=0.0003	p=0.0003	p=0.0047	p=0.0070	p=0.0379	p=0.0379	p=0.8785
有意差		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
心拍数													
A群平均変動幅		13.3	16.4	17.1	17.4	17.4	19.0	19.1	19.9	18.1	17.5	18.5	3.8
B群平均変動幅		-0.8	-6.1	-0.5	0.3	-0.5	-3.9	1.1	2.3	1.9	0.8	-4.9	-1.4
P値		p=0.0011	p=0.0002	p=0.0003	p=0.0002	p=0.0003	p=0.0002	p=0.0002	p=0.0003	p=0.0002	p=0.0011	p=0.0002	p=0.3823
有意差		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-

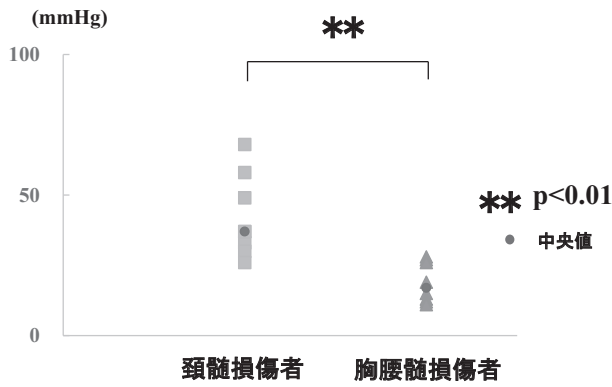


図2 測定中における収縮期血圧変動幅

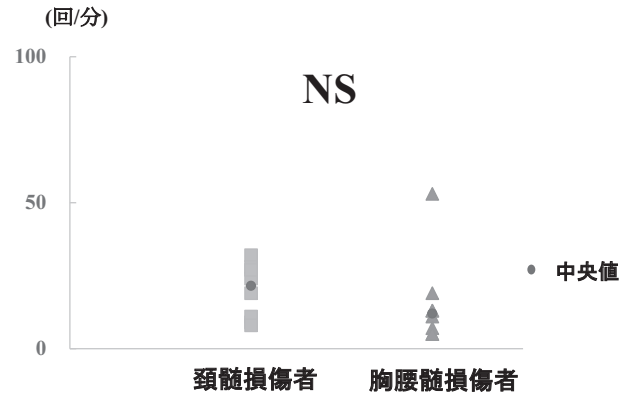


図4 測定中における心拍数変動幅

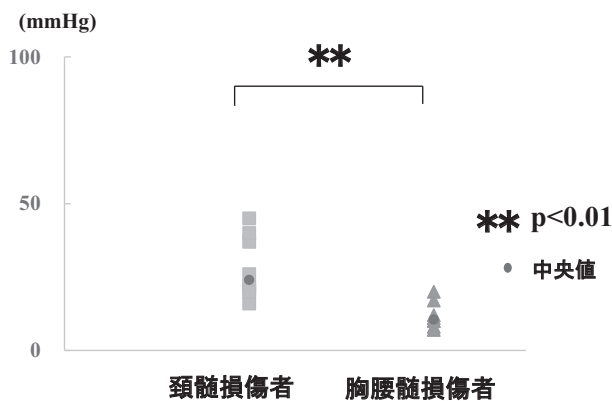


図3 測定中における拡張期血圧変動幅

である動脈圧受容器反射が十分機能していないため、「仰臥位⇒立位」に伴う血圧・心拍数の変動値が大きかったと考えられる⁸⁾。本研究結果は、頸髄損傷者において交感神経作用⁴⁾（血圧が急激に低下した場合：心臓を支配する交感神経により心拍数および収縮力を増加させ心拍出量

を増大・血管収縮性の交感神経による末梢血管抵抗を増大させ血圧は上昇）が十分に機能していないことを再確認したものと考えられる。

健常者への斜面台によるヘッドアップ・ティルト試験では、臥位から立位への能動的な起立試験と比べて、血圧や心拍数への急な増減はみられず、変化は緩やかである⁹⁾¹⁰⁾が、反射性循環調節機能である動脈圧受容器反射により、安静仰臥位から立位では血圧や心拍数の緩やかな上昇が認められることが報告されている¹¹⁾。本研究結果における頸髄損傷者の「仰臥位⇒立位」に伴う変動内容と比較すると、心拍数は有意な増加変動（上昇状態）を、血圧（収縮期血圧・拡張期血圧）は有意な減少変動（下降状態）を示しており、心拍数変動は健常者と同じ上昇傾向であったが血圧変動は健常者とは違った下降傾向を示していた。頸髄損傷者の「仰臥位⇒立位」に伴う血圧の変動内容においては、静脈環流調節機構や循環調節機能である動脈圧受容器反射が十分機能していないことによって理解できるが¹²⁾、「仰臥位⇒立位」に伴う心拍数の

変動内容に関しては、心臓が交感神経と副交感神経の二重支配のため頸髄損傷者においても心拍数コントロールが副交感神経作用により十分に機能しているためであると考えられる。つまり、仰臥位から立位の場合、心拍出量低下の圧情報により副交感神経の抑制作用によって心拍数の増加作用は起こるものの交感神経作用による末梢血管抵抗が増加しないため血圧は下降状態が継続したものと考えられる。

測定中における変動幅において、頸髄損傷者は下位胸髄および腰髄損傷者に比べ、血圧（収縮期血圧・拡張期血圧）の測定中変動幅は有意に大きかったが、心拍数の測定中変動幅は2群間での有意差は認められなかったという本研究結果からも、頸髄損傷者における反射性循環調節（動脈圧受容器反射）が、末梢血管へは機能しないものの心臓へは機能するため、血圧コントロールは不十分だが心拍数のコントロールは機能することを裏付け、心臓における自律神経作用は交感神経と副交感神経の二重支配であるということと、血管運動中枢からの自律神経作用は例外を除いて交感神経だけといった通説的見解を改めて確認した形となった。完全四肢麻痺者は、麻痺域の交感神経活動が得られず末梢血管抵抗の上昇が生じないため心臓への静脈環流量が確保できないことなどから、起立性低血圧症状はほぼ必ず発生すると言われている³⁾。頸髄損傷者においては、症状の有無に関係なく十分な血圧管理はもちろん、心拍数との逆転現象を留意し、自律神経機能が不安定な状態であることを認識しながらリハビリテーションを施行していく必要性を改めて強く感じた。

結 語

本研究では、下位胸髄および腰髄損傷者では、「仰臥位⇒立位」に伴う反射性循環調節が有効に機能するため、血圧（収縮期血圧・拡張期血圧）・心拍数とも「仰臥位⇒立位」による変動が起こりにくいことを確認した。一方、頸髄損傷者では、血圧（収縮期血圧・拡張期血圧）・心拍数とも「仰臥位⇒立位」による変動を示したが、その反射性循環調節は、心拍数変動では有効に機能しているが、血圧変動では有効に機能していないことが示唆された。しかし、腹部臓器における多くの血管運動を支配している大内臓神経支配レベル【T6～T9】の損傷症例が存在しなかったため、脊髄損傷レベル別「リスク管理基準・耐

性基準」の詳細の呈示には至らなかった。本研究での限界部分であると同時に今後の課題としたい。

〔COI 開示〕 本論文に関して開示すべき COI 状態はない

文 献

- 1) 初山泰弘, 二瓶隆一編: 脊髄損傷—包括的リハビリテーション—. 東京, 医歯薬出版, 2004, pp 31—32.
- 2) 柳澤 健編: 理学療法学ゴールド・マスター・テキスト 整形外科系理学療法学. 東京, メジカルビュー社, 2009, pp 174.
- 3) 植松光俊, 江西一成, 中江 誠編: 中枢神経障害理学療法学テキスト. 改訂第2版. 東京, 南江堂, 2014, pp 183—186.
- 4) 美津島隆: 自律神経障害への対応. J of Clinical Rehabilitation 26 (5): 458—463, 2017.
- 5) 緒方 甫: 起立性低血圧の発生機序. 総合リハビリテーション 5 (12): 183, 1977.
- 6) Rowell LB: Human Circulation Regulation during Physical Stress. New York, Oxford University Press, 1986, pp 227.
- 7) 入沢 宏, 熊田 衛編: 循環の生理学, 新生理科学体系 16. 東京, 医学書院, 1991, pp 404—415.
- 8) 浅山 滉: 頸髄損傷患者の自律神経異常と腹帯効果. 総合リハビリテーション 6 (6): 419—424, 1978.
- 9) Wieling W: Non-invasive continuous recording of heart rate and blood pressure in the evaluation of neurocardiovascular control, Autonomic failure. 3rd ed. Bannister R, Mathias CJ, editors. Oxford, Oxford University Press, 1992, pp 291—311.
- 10) Sprangers RLH, Wesseling KH, Imholz ALT, et al: Initial blood pressure fall on stand up and exercise explained by changes in total peripheral resistance. J Appl Physiol 70 (2): 523—530, 1991.
- 11) 佐竹将宏, 榎山日出樹, 大澤論樹彦, 他: 健常者のヘッドアップ・ティルト試験による連続的な血圧と脈拍数の変化. 秋田理学療法 6 (1): 12—14, 1998.
- 12) 三須一彦, 亀谷 学, 山内正博, 他: 起立性負荷における循環系調節—Saddle Support Head-Up Tilt 試験による検討—. Therapeutic Research 17: 41—44, 1996.

別刷請求先 〒283-8555 千葉県東金市求名1
城西国際大学福祉総合学部理学療法学科
谷内 幸喜

Reprint request:

Kouki Taniuchi
Department of Physical Therapy, Welfare General Faculty,
Josai International, 1, Gumyou, Togane City, Chiba, 283-8555,
Japan

Regarding Blood Pressure Fluctuations and Heart Rate Fluctuations Associated with the Change of Position from the Supine Position to the Standing Position of People with Spinal Cord Injury

Kouki Taniuchi

Department of Physical Therapy, Faculty of Social Work Studies, Josai International University

Objective: It is well known that blood pressure fluctuations can interfere with rehabilitation in patients with spinal cord injuries. In this study, we examined the fluctuations in blood pressure and heart rate of people with spinal cord injury in the postural change from the supine position to the standing position (hereinafter, “supine position ⇒ standing position”). **Subjects and methods:** There were 16 subjects altogether-eight with cervical spine injuries (Group A) and eight with lower thoracic and lumbar spine injuries (Group B). We had the 16 subjects stand on a 50° slope (hereafter, standing) for 10 minutes and measured their blood pressure (systolic, diastolic) and heart rate. Measurements were taken 13 times-once in the supine position at rest before standing, once immediately after standing, once every minute for 10 minutes while standing, and once immediately after lying down. The fluctuation values of blood pressure and heart rate in “supine position ⇒ standing position” based on the measured values at rest and the fluctuation range during measurement were calculated. **Results:** At the time of repositioning from the resting supine position to the standing position, the blood pressure of group A showed a significant decrease and the heart rate showed a significant increase as compared with the group B. In addition, the fluctuation range during blood pressure measurement was significantly larger in group A than in group B, but the fluctuation range during heart rate measurement was not significantly different between the two groups. **Discussion:** It was confirmed that the fluctuation values of both blood pressure and heart rate were larger in the cervical spinal cord injuries than in the lower thoracic and lumbar spinal cord injuries from the resting supine position to the standing position. It was suggested that reflex circulation control in the cervical spinal cord injuries was not functioning effectively during blood pressure fluctuations, but was functioning effectively during heart rate fluctuations. While patients with cervical spine injuries need careful blood pressure management, this study indicates that it is essential to be aware of the probability of heart rate reversal phenomenon and that autonomic nervous function in such cases, is in an unstable state for rehabilitation.

(JJOMT, 69: 160—164, 2021)

—Key words—

spinal cord injury, blood pressure fluctuations, heart rate fluctuations