

人工骨頭置換術を施行した患者における運動及び呼吸機能と血液・生化学所見の関係性

内 田 学¹⁾ 山 田 真 嗣²⁾ 岡 野 祥 悟³⁾
宮 澤 龍 聖⁴⁾ 山 崎 優 斗⁵⁾ 宮 地 司¹⁾
山 口 育 子¹⁾

¹⁾ 東京医療学院大学保健医療学部リハビリテーション学科理学療法学専攻

²⁾ 南町田病院リハビリテーション科

³⁾ 竹口病院リハビリテーション科

⁴⁾ 小平中央リハビリテーション病院リハビリテーション科

⁵⁾ 大久保病院リハビリテーションセンター

Relationship between movement and breath function and blood biochemistry opinion in patient who enforced prosthesis replacement

Uchida Manabu¹⁾ Yamada Shinji²⁾ Okano Shogo³⁾
Miyazawa Ryusei⁴⁾ Yamazaki Yuto⁵⁾ Miyachi Tsukasa¹⁾
Yamaguchi Ikuko¹⁾

¹⁾ University of Tokyo Health Sciences, Tokyo, Japan.

²⁾ Minami Machida Hospital, Tokyo, Japan.

³⁾ Takeguchi Hospital, Tokyo, Japan.

⁴⁾ Kodaira central rehabilitation hospital, Tokyo, Japan.

⁵⁾ Ookubo Hospital, Tokyo, Japan.

Abstract : Patients who present with a femoral neck fracture and have a prosthesis replacement often complain of experiencing respiratory difficulties when walking, and this is often attributed to a decrease in physical strength resulting from aging. It is thought that, with the addition of invasive surgery, because of protein catabolism accentuation caused by hemorrhage and inflammation, since there is a decrease in red blood cells (below, RBC), which originated as protein, and hemoglobin (below, Hb), the oxygen transport capacity decreases. In this research, the value of total protein (below, TP), which indicates the state of nourishment, was classified into two groups of normal value (6.7mg/dl) or above (below, high nourishment group), and less than normal value (below, low nourishment group). Motor function, individual characteristics, respiratory function, blood biochemistry tests, and state of nourishment were tested and measured, the relationship between the state of nourishment and the blood biochemistry findings was investigated, and the effect that these exerted on the motor function was examined. Statistical analysis was conducted by the non-paired t-test. The results found a significant difference between the two groups in the C reactive protein (below, CRP), total protein, albumen (below, Alb.), RBC, Hb, the six-minute walking distance test (below, 6MD), SpO₂, and the Borg scale. As a result of the protein catabolism accentuation, with the background of the effect of the invasive surgery, at the same time as showing low nutrition,

the oxygen transport capacity decreased, while there was also a drop in the continuous walking distance and an increase in experiencing respiratory difficulties. It was inferred that, as evaluation items after prosthesis replacement surgery, there is a need to be aware of the state of nourishment, inflammation, and oxygen transport capacity from the blood biochemistry findings.

Key Words : femoral neck fracture, protein catabolism accentuation, decreased oxygen transport capacity

要旨 : 大腿骨頸部骨折を呈し人工骨頭置換術を施行した患者は、歩行時に呼吸困難感を訴えるが、加齢による体力の低下と捉えられることが多い。手術侵襲が加わることにより、出血や炎症によるタンパク異化作用の亢進によって、タンパク質由来である赤血球 (Red blood cell : 以下 RBC と略す) やヘモグロビン (Hemoglobin : 以下 Hb と略す) が減少するため、酸素運搬能が低下していることも考えられる。本研究では、栄養状態を表す総タンパク (Total Protein : 以下 TP と略す) の値を基準として、TP の値が正常値 (6.7mg/dl) 以上 (以下、高栄養群) と正常値未満 (以下、低栄養群) の 2 群に分類し、運動機能、個人特性、呼吸機能、血液・生化学検査、栄養状態を検査測定し、栄養状態と血液生化学所見の関係性について調査し、これらが運動機能に及ぼす影響について検討した。統計学的解析は対応のない t 検定を行った。結果として二群間で有意差が得られたものは、C 反応性タンパク (C-reactive protein : 以下 CRP と略す)、総タンパク (Total Protein : 以下 TP と略す)、アルブミン (Albumen : 以下 Alb と略す)、RBC、Hb、6 分間歩行テスト (6 minutes walking distance test : 以下 6MD と略す)、SpO₂、Borg スケールであり、手術侵襲の影響を背景としたタンパク異化作用の亢進により、低栄養を示すと同時に酸素運搬能が低下し連続歩行距離の低下や呼吸困難感が増悪するという結果が得られた。人工骨頭置換術後の評価項目として、血液生化学所見から栄養状態や炎症、酸素運搬能を把握する必要があるものと推察された。

キーワード : 大腿骨頸部骨折、タンパク異化作用亢進、酸素運搬能低下

<はじめに>

ヒトの運動や活動を抑制する臨床症状のひとつに息切れなどを代表とする呼吸困難感が認められる。息切れは、主として呼吸器疾患患者に多く出現する症状であることから呼吸器疾患患者を対象として多くの研究がなされてきた。川俣ら¹⁾ は呼吸器疾患として代表的な疾患である慢性閉塞性肺疾患 (Chronic Obstructive Pulmonary Disease : 以下 COPD と略す) では筋肉量の減少など好気性代謝能力の低下がみられ、下肢疲労感が生じやすくなる。また、骨格筋機能異常により、早期に乳酸が生じ、換気を亢進させ、息切れの増悪にもつながると報告している。これらは直接的な呼吸機能の異常に伴うことと、骨格筋の代謝異常が生じることで運動に対する耐性が減少することが活動量を減少させていくことを報告している。一方で、呼吸器系の異常が存在しない大腿骨頸部骨折の術後に人工骨頭置換術を施行した患者においても、術後早期に運動療法を開始しているにも関わらず、基本動作や歩行練習を行う際に息切れなどの呼吸困難感を訴え、リハビリテーションの遂行が抑制される症例にも遭遇する。俣田ら²⁾ が提唱しているクリティカルパスの中では、術後 2 病日には離

床を積極的に進めており、平行棒内での歩行練習が開始され 5 病日には歩行器を使用した歩行練習が推奨されている。大腿骨頸部骨折は高齢者が対象となることが多い疾患であることから、可能な限りの廃用性変化を抑制することを目的として積極的な早期リハビリテーションが実施されている。このように、人工骨頭置換術を施行した患者に対して早期離床、早期歩行動作獲得などの対応がなされているにも関わらず、歩行時の息切れや呼吸困難感などの運動を抑制する身体症状が出現することに対しては、臥床による体力の低下、廃用性変化に伴う筋力低下が二次的に生じた結果の要因であると捉えられることが多い。体力という観点では、低栄養状態である事の議論も頻繁になされており、大腿骨頸部骨折患者の 82% は低栄養状態である事を森永ら³⁾ は報告している。手術後に発生する炎症も、骨格筋を燃焼させる要因になっており、タンパク異化作用の亢進として捉えられている。しかし、運動耐容能という観点で考えると、術後に発生する炎症を背景としたタンパク異化作用亢進などによる骨格筋の萎縮や、タンパク由来の RBC、Hb の減少も予想されている。これらは、内呼吸において酸素分子を運搬する重要

な要素であり、絶対数の減少は酸素運搬能を制限する因子になっているものと考えられる。従来より検討されている呼吸機能障害に対する運動機能という視点ではなく、酸素運搬能に対する検討が必要である。人工骨頭置換術を施行した患者における呼吸機能・呼吸困難感に対する検討は過去の先行研究でもなされていない状況であることから、本研究は、人工骨頭置換術を施行した患者の活動制限に対して、呼吸機能や血液・生化学所見、栄養状態など総合的な視点から活動制限をきたす因子について検討することを目的とした。

<対象>

大腿骨頸部骨折を呈し、人工骨頭置換術を施行患者15名とした。属性は男性7名、女性8名で平均年齢 79.18 ± 2.74 歳 平均身長 155.3 ± 2.81 cm、平均体重 48.74 ± 3.14 kgで術前の歩行能力と日常生活活動能力 (Activities of daily living : ADL と略す) に関しては、手段を問わず自立していたものを対象とした。また、発症前にサルコペニアやフレイルなど低栄養状態に陥る診断を受けていないことを統制条件とした。運動耐容能を評価するにあたり、歩行能力が十分に備わり、歩行が自立しているものを対象とすることが望ましいものと考えたが、歩行自立に要する日数を見ると、藤田ら⁴⁾は40代、50代では15~19日の間に自立した症例が多く、60代では25~29日、70代では20~24日の間での自立が多く、高齢であるほど歩行自立となる期間は長いと報告されている。手術侵襲に伴う炎症所見やそれに関連する栄養状態を加味した見当が必要であるため、術後早期の情報を採取する必要がある。したがって、クリティカルパスに基づいて T-cane 歩行が自立する術後2週間を経過していた者を対象とした。除外対象は、呼吸器疾患や心疾患を既往に持つ者、過去に運動器に影響を及ぼす整形外科疾患を呈した者、また、術中の出血多量による貧血で輸血を行った者は除外した。なお、対象者全員に研究の趣旨を書面にて説明し、同意を得た後に測定を実施した。

<方法>

測定項目は、運動機能、個人特性、呼吸機能、血液・生化学検査、栄養機能評価とした。運動機能で

は①6分間歩行距離 (6 minuts walk distance: 以下6 MD)、②両側等尺性膝伸展筋力、③握力、④主観的疼痛検査 (Visual analog scale : VAS) の4項目とし、等尺性膝伸展筋力は個体差の影響を除外するために体重で除した下肢筋力体重比 (等尺性膝伸展筋力 / wt) を算出した。握力はスメドレー式握力計を用い、椅子座位にて上肢を下垂した姿勢で利き手にて2回ずつ測定し、いずれか高い方を採用した。疼痛の程度は歩行距離には影響を与えることから安静時と加重時のVASを聞き取りにて聴取した。個人特性としては、身長、体重から体格指数 (Body mass index : BMI) を算出した。呼吸機能ではスパイロメータを用いて、肺活量 (Vital capacity : VC)、%肺活量 (%VC)、1回換気量 (Tidal volume : TV)、予備呼気量 (Expiratory reserve : ERV)、予備吸気量 (Inspiratory reserve : IRV)、努力性肺活量 (Forced vital capacity : FVC)、1秒量 (Forced expiratory volume in 1 second : FEV)、1秒率 (Forced expiratory volume in 1 second as percent FVC : FEV1.0%)、ピークフロー (Peak flow : PEF) を測定した。また、6 MD後のBorgスケール、歩行中の酸素飽和度 (SpO₂) も息切れに対する指標として測定した。血液・生化学検査では、炎症とタンパク異化作用、栄養状態に影響を受けるC-反応性蛋白 (C-reactive protein : CRP)、総タンパク (total protein : TP)、アルブミン (Albumin : Alb)、ヘモグロビン (hemoglobin : Hb)、赤血球 (Red blood cell : RBC)、白血球 (White blood cell : WBC) を参考値とした。食事から産出する栄養の機能評価としては、基礎代謝、平均食事摂取量、食事摂取率 (食事摂取量 / エネルギー必要量) とした。基礎代謝はHarris-Benedictの方程式より算出した。食事摂取量に関しては、手術後7日目から14日目の平均摂取量を参考値とした。

栄養状態を表すTPの値を基準として、TPの値が正常値 (6.7mg/dl) 以上 (以下、高栄養群 : 6名) と正常値未満 (以下、低栄養群 : 9名) の2群に分類し、運動機能、個人特性、呼吸機能、血液・生化学検査、栄養状態の結果から、栄養状態と血液生化学所見の関係性について調査し、これらが運動機能に及ぼす影響について検討した。

統計学的解析は、TPの値を基準として高栄養群と低栄養群の2群に分類し、それぞれの測定値の差

について対応のない t-検定にて比較検討を実施した。有意確率 5%未満とし、統計解析には IBM SPSS Statistics Base を用いた。

<倫理的配慮>

倫理的配慮として東京医療学院大学研究倫理委員会の承認 (16-03H)、南町田病院研究倫理委員会の承認を得た。本研究はヘルシンキ宣言に基づいて実施されるものである。

<結果>

各測定項目の結果を表 1 示す。

TP は高栄養群、低栄養群の順に 7.18 ± 0.39 g/dl、 5.98 ± 0.16 g/dl であり高栄養群が優位に高値を示した。Alb は 3.78 ± 0.34 g/dl、 3.15 ± 0.33 g/dl であり、高栄養群が優位に高値を示した。CRP は高栄養群、低栄養群の順に 0.24 ± 0.07 g/dl、 0.94 ± 0.41 g/dl であり

高栄養群が優位に低値を示した。RBC は 368.50 ± 27.89 g/dl、 303.50 ± 44.23 g/dl であり、高栄養群が優位に高値を示した。WBC は高栄養群、低栄養群の順に 5900 ± 1116.54 g/dl、 5150 ± 1082.13 g/dl であり高栄養群が優位に高値を示した。Hb は高栄養群、低栄養群の順に 11.60 ± 1.06 g/dl、 9.70 ± 1.16 g/dl であり高栄養群が優位に高値を示した。6 MD は高栄養群、低栄養群の順に 186.65 ± 145.16 m、 166.76 ± 83.52 m であり高栄養群が優位に高値を示した。6 MD 後 borg 97.0 ± 0.82 、 98.33 ± 1.51 であり高栄養群が優位に低値を示した。Borg スケールは高栄養群、低栄養群の順に 13.0 ± 2.83 、 14.33 ± 3.27 であり高栄養群が優位に低値を示した。それ以外の個人特性、運動機能、呼吸機能の項目については有意差が認められなかった。

表 1. 各測定項目の結果

測定項目 (単位)	平均値 ± 標準偏差	
	高栄養群	低栄養群
年齢 (歳)	79.75±9.03	79.50±10.60
身長 (cm)	157.43±8.29	154.02±11.24
体重 (kg)	51.20±10.96	47.22±11.70
BMI (kg/m ²)	20.57±3.40	19.65±2.94
TP (g/dl)	7.18±0.39	5.98±0.16 *
Alb (g/dl)	3.78±0.34	3.15±0.33 *
CRP (g/dl)	0.24±0.07	0.94±0.41 *
RBC (g/dl)	368.50±27.89	303.50±44.23 *
WBC (g/dl)	5900±1116.54	5150±1082.13 *
Hb (g/dl)	11.60±1.06	9.70±1.16 *
基礎代謝 (kcal)	894.35±170.14	887.81±291.74
平均摂取カロリー (kcal)	1471.18±136.51	1323.32±189.35
摂取率	1.69±0.37	1.61±0.46
健側等尺性膝伸展筋力 (kgf)	19.90±13.43	14.72±5.53
健側等尺性膝伸展筋力体重比 (kgf/kg)	0.39±0.26	0.33±0.13
術側等尺性膝伸展筋力 (kgf)	13.65±15.93	8.38±2.29
術側等尺性膝伸展筋力体重比 (kgf/kg)	0.26±0.33	0.19±0.06
利き側握力 (kgf)	20.55±5.55	18.30±3.68
6MD (m)	186.65±145.16	166.76±83.52 *
SpO ₂ (%)	97.0±0.82	98.33±1.51
6MD 後 Borg スケール	13.0±2.83	14.33±3.27 *
安静時 VAS	0.50±0.58	1.0±1.26
荷重時 VAS	4.85±3.51	2.87±1.99
予測肺活量 (L)	2.33±0.43	2.37±0.64
FVC (L)	2.12±0.34	2.13±0.91
予測 FVC (%)	94.25±23.44	94.33±29.78
FEV1% (%)	100.75±17.17	81.0±26.68
%VC (%)	92.26±17.12	88.74±25.08

<考察>

結果より、人工骨頭置換術を施行した患者の高栄養群と低栄養群の間にTP、Alb、CRP、RBC、WBC、Hb、6MD、Borg スケールに有意差が認められた。手術による侵襲で組織の障害が起きると、活動するために必要なエネルギーが不足する。この状態が継続するとエネルギーを確保しようとする身体反応が起き、蛋白異化作用の亢進や糖新生が起こる。蛋白異化作用の亢進ではエネルギーを得るためにもともと身体に蓄えられている脂肪が燃焼され、その時同時にたんぱく質も消費するためTP、Albの減少が生じる⁵⁾。これらの現象が低栄養を形成していることに繋がっていることが推察された。

谷津⁶⁾は、整形外科疾患患者では、手術侵襲により出血が起こることで血液を構成しているRBCやHbの絶対数が減少することを報告している。一方で、出血量に対して輸血などの処置を実施しているにも関わらずRBCやHbが減少する患者にも遭遇する。若林⁷⁾は、手術侵襲の影響により、術後に炎症反応が見られ、CRP値の上昇に伴ってタンパク異化作用が亢進すると報告している。赤血球は脂質二重層と呼ばれる脂質膜があり、その内側には構造としての膜骨格がある。それらはタンパク質によって形成されており、赤血球の形態を維持している。また、赤血球内に含まれているヘモグロビンは、ヘムと呼ばれるポルフィリン誘導体部分と、グロビンと呼ばれるタンパク質部分からなるため、ヘモグロビン自体が鉄結合タンパク質である⁸⁾。以上のことから、タンパク由来のRBC、Hbは出血による減少だけでなく、タンパク異化作用による燃焼によっても減少することが考えられる。これらは内呼吸において酸素分子を運搬する重要な要素であり、絶対数の減少は酸素運搬能を制限する因子になることが考えられる。6MDは、最大歩行距離が $\dot{V}O_2\max$ と相関することが報告⁹⁾されているが、連続歩行に関して骨格筋レベルにおける代謝機能を表している。RBCやHbの数が減少することにより酸素分子を結合させて酸素を運搬するという能力が低下するが、運動負荷に対して骨格筋レベルで需要が上昇するエネルギーを酸素運搬能が減少することにより供給できないという不一致が生じるというこの不一致も息切れなどを生じさせる一つの要因になっているのではないかと

推察された。息切れは、運動を制限する因子としては関与が高いことから低栄養群における6MDの距離を減少させることになっているものと考えられる。以上のことから、人工骨頭置換術を施行した患者の術後に生じる呼吸困難感について、血液・生化学所見のRBCやHbの数値との関係性が強いことが考えられる。

摂取エネルギー量とエネルギー摂取率において、両群の間に有意差は認められなかった。これは、高栄養群と低栄養群共に食事摂取量が同等であることを示している。しかし、低栄養群はTPが減少していることが認められているが、その原因としても、CRP値の上昇によるタンパク異化作用の亢進が考えられる。炎症を背景としたタンパク異化作用の亢進は、代謝を更新させることから1日の消費エネルギー量としては炎症を脱している患者と比較して増加していることが推察される。炎症期にある患者の体温が1℃上昇することにより、基礎代謝は13%上昇することが報告¹⁰⁾されていることから、術後炎症期にある患者のエネルギー必要量については加算していくという配慮が必要である。エネルギー摂取量に関して、若林³⁾は低栄養の場合は1日エネルギー消費量+エネルギー蓄積量(200~750kcal)の摂取が必要であると報告しており、低栄養群は高栄養群に比べ、摂取カロリーは加算されなければならないことを提言している。本研究の結果ではエネルギー摂取量について両群に差を認めなかったことから、摂取される絶対量だけの判断ではなくTPやAlbなどの血液生化学所見の結果などから判断することが重要である。低栄養状態にある人工骨頭置換術を施行した患者に関しては、積極的な栄養強化療法を行っていく必要性が考えられた。

今回の研究で、人工骨頭置換術を施行した患者は、手術侵襲の影響を背景としたタンパク異化作用の亢進により、低栄養を示すと同時に酸素運搬能が低下し、連続歩行距離の低下や呼吸困難感が増悪するという結果が得られた。そのため、呼吸器疾患のない整形外科疾患患者が訴える呼吸困難感に対して、安易に加齢による退行変性と考えすることは危険である。人工骨頭置換術を施行した患者の理学療法を実施していく上で、息切れが運動を抑制する原因となる患者が現れた場合、手術侵襲の影響やタンパ

ク異化作用の影響を考え、血液・生化学所見から炎症を示す CRP、栄養状態を示す TP、Alb、食事摂取量や摂取率、酸素運搬能を担う RBC、Hb を評価項目として加えて、総合的な視点から評価を行う必要があるものと推察された。

本研究の限界として、代謝変動に対するホルモン調節や、肝機能として存在するアルブミン合成などの検討はなされていない。下垂体前葉で判別する代謝変動が糖質コルチコイドを過剰に生産することもタンパク異化作用を更新させるし、肝機能障害も侵襲により Alb 合成を抑制する。今後は、これらの因子も加えた中で総合的に検討していく必要がある。

文献

- 1) 川俣幹雄、大池貴行、千住秀明：近赤外分光法による COPD 患者の運動時骨格筋酸素ダイナミックスの検討、理学療法学 26(suppl-1): 94-94、1999
- 2) 俣田敏且、飯島卓夫、徳山周：大腿骨頸部骨折地域連携パスの運用状況の比較、日本クリニカルパス学会誌、17 (3): 294-299、2015。
- 3) 森永伊昭、安田肇、白戸香奈子・他：大腿骨近位部骨折患者では低栄養とサルコペニアの頻度が高い — 回復期リハ病棟から転出した連続197例の調査 —、The Japanese Journal of Rehabilitation Medicine 51(suppl): 5328-5328、2014.
- 4) 藤田珠里、柚木堅之亮、山田隆介：THA 患者の年代別に見た歩行自立までの期間についての考察。理学療法学 31(suppl-2.1): 60-60、2004。
- 5) 鈴木利光、中村栄男、深山正久：ルービン病理学。西村書店。P89-91。2007
- 6) 谷津徳男：手術侵襲の評価に関する研究、特にヘマトクリット値と血清総タンパク量について、日大口腔科学 17: 498-507、1991
- 7) 若林秀隆：高齢者におけるリハビリテーションの阻害因子とそれに対応する一般対応 栄養障害、高齢者におけるリハビリテーションの意義、Geriatr, Med. 53(1): 81-84、2015
- 8) 小澤澁司、福田康一郎：標準生理学。医学書院 p512-519 2014。
- 9) Enright PL, Sherrill DL: Reference equations for the six-minute walk in healthy adults. Am J Respir Crit Care Med. 1998 Nov; 158(5 pt 1): 1384-1387.
- 10) 松枝秀二：コンパクト栄養学改訂第 3 版、南江堂、2010、p83-85。

受付日：2017年6月29日

受理日：2017年9月6日