

## マットレスの違いが背臥位姿勢に及ぼす影響 －関節角度と筋活動を指標にした検討－

富田健一<sup>1)</sup>，木村篤史<sup>2) 3)</sup>，永山智貴<sup>2)</sup> 小西倫太郎<sup>2)</sup>，神田佳明<sup>2)</sup>，  
森川重幸<sup>2)</sup>，水島佳小里<sup>2)</sup>，堀田直樹<sup>2)</sup>，浅野翔平<sup>2)</sup>，松本和久<sup>3)</sup>，  
平澤泰介<sup>2) 3)</sup>

<sup>1)</sup> 障害者福祉センター 厚和寮

<sup>2)</sup> 明治国際医療大学附属病院 総合リハビリテーションセンター

<sup>3)</sup> 明治国際医療大学

### 要旨：

今回我々は、体圧分散効果の低い標準的なマットレス(以下、標準マット)と体圧分散効果の高いマットレス(以下、エアマット)を用いて、マットレスの違いが背臥位姿勢に及ぼす影響について、関節角度と筋活動を指標に検討したので報告する。

対象は健康成人男性11名とした。関節角度の計測は、標準マットとエアマット(超低圧モード、低圧モード、安定モード)それぞれの上に背臥位となった際の頸部、股関節、膝関節の屈曲角度を、三次元動作解析装置を用いて算出した。また同時に、腓腹筋、大腿二頭筋長頭、薄筋、胸鎖乳突筋の筋活動を記録した。統計処理は一元配置分散分析を用い、標準マットおよびエアマット各モードでの関節角度および筋活動を比較した。その結果、筋活動に有意差は認めなかったが、関節角度では標準マットよりもエアマットの全てのモードにおいて、股関節、膝関節の屈曲角度は有意に増加していた。また、超低圧モードでは頸部の屈曲角度が有意に増加していた。

エアマットの導入は、股関節、膝関節の伸展可動域の減少や後頭部の体圧増加の原因となり、介護負担を増加させる可能性があるため、関節可動域の維持対策も合わせて行う必要があると考えられた。

### I. はじめに

エアマットレス(以下、エアマット)は、体位変換能力の低下により、ベッド等の身体接触面から体表へ加わる持続的な圧迫(以下、体圧)を自発的に回避出来ない症例に対する褥瘡の予防・治療寝具の一つとして広く用いられている。日本褥瘡学会の褥瘡予防・管理ガイドライン<sup>1)</sup>によると、自力での体位変換が不可能な者や高齢者に対するエアマットの利用は推奨度B(根拠があり、行うよう勧められる)であり、エアマットの褥瘡予防および治療効果に対するエビデンスレベルは高い。しかしながら臨床上、体圧分散効果の少ない標準的なマットレス(標準マット)からエアマットへの変更を契機に、対象の股関節および膝関節の伸展可動域が急速に減少し、更衣、排泄および移乗時の介護負担が増加してしまう事例が存在する。この原因には、使用するマットレスにより背

臥位姿勢が変化することが考えられるが、マットレスの違いが背臥位姿勢に及ぼす影響について検討された報告は少ない。

以上のことから本研究では、マットレスの違いが背臥位姿勢に及ぼす影響について、関節角度と筋活動を指標に検討したので若干の知見を加え報告する。

### II. 方法

#### 1. 対象

対象は健康男性11名(年齢 $27.1 \pm 6.5$ 歳、身長 $170.2 \pm 4.1$ cm、体重 $69.0 \pm 12.2$ kg)とした。研究を実施するにあたり、ヘルシンキ宣言に則り本研究の主旨と本研究によって得られた個人情報の管理について十分に説明するとともに、本人の意思でいかなる時でも本研究より辞退できる旨について説明を行い、同意を得た上で実施した。

## 2. 関節角度と筋活動の計測過程

関節角度と筋活動の計測は、順応による影響を考慮し、対象を①標準マット、②エアマットの順序で計測する対象群Ⅰと①エアマット、②標準マットの順序で計測する対象群Ⅱの2群（対象群Ⅰ：6名、対象群Ⅱ：5名）に無作為に分別し計測した。また、計測終了後、記録した筋活動から関節角度計測中の筋活動の影響を評価した（図1）。

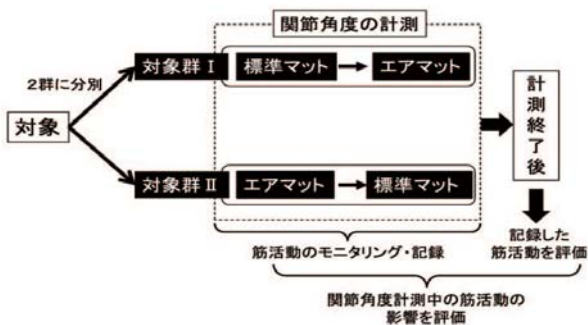


図1. 関節角度・筋活動の計測過程



図2. 使用マットレス

## 3. 使用マットレスおよび枕

使用マットレスは標準マットとしてパラマウントベッド株式会社製プレグラーマットレスKE553を、エアマットとして株式会社Molten社製高機能エアマットレスADV91Aを使用した（図2）。エアマットは、マット内の気圧を変化させることにより、マット表面の硬さを超低圧モード、低圧モード、安定モードの3段階に設定可能である。そのため本研究では標準マットおよびエアマット各モードの計4種類の条件において背臥位姿勢となった際の関節角度を計測した。全ての計測にはウォッシュブル枕（縦28cm横47cm 高さ13cm：ワタキューセイモア株式会社製メンテナンス付リースシステム）を使用した。

## 4. 関節角度の計測

関節角度の計測に際し、あらかじめ頭頂部、右肩峰、右腸骨稜、右膝蓋骨中央、右足関節にマ

ーカーを貼付し（図3）、2台のビデオカメラにて（図4）これらのマーカーに、右耳孔を加えた計6カ所の部位を撮影した（図5）。撮影した動画は株式会社デイケイエイチ社製3次元ビデオ動作解析装置システム『Frame-DIASⅡ』を用いて、右耳孔と右肩峰の合点を頂点として、頭頂部と右腸骨稜でなす角度を頸部、右腸骨稜を頂点として右肩峰と右膝蓋骨中央でなす角度を股関節、右膝

- ①頭頂部:両耳上端を結んだ垂直線と正中線の交差点
- ②肩峰:肩峰部
- ③腸骨稜:腸骨頭側端部
- ④膝蓋骨中央:膝蓋骨前面中央部
- ⑤足関節:足関節前上方3横指

図3. マーカーの貼付位置



図4. 実験風景

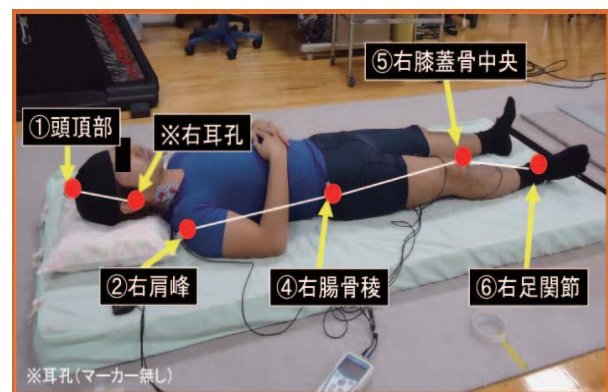


図5. 撮影部位

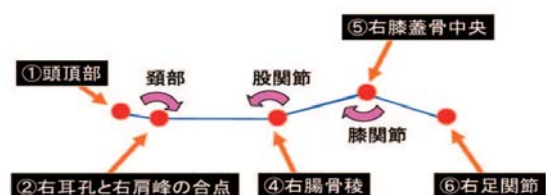


図6. 関節の定義

蓋骨中央を頂点として、右腸骨稜と右足関節でなす角度を膝関節と定義して屈曲角度を算出した(図6).

標準マットでは15分間背臥位姿勢をとることとし、背臥位姿勢開始より9分30秒経過後から30秒間の関節角度を計測し、平均値を算出した。エアマットでは計35分間背臥位姿勢をとることとし、安定モード・低圧モード・超低圧モードでの背臥位姿勢をモード切り替えの1分間を挟みそれぞれ10分間行い、各モードにおける最後の30秒間の関節角度を計測し、平均値を算出した。マット変更時には5分間の休憩をもうけた(図7)。

## 5. 筋活動の計測

筋活動は、標準マット上に背臥位姿勢になっている15分間のうち最初の10分間と、エアマット上



図7. 関節角度の計測時期

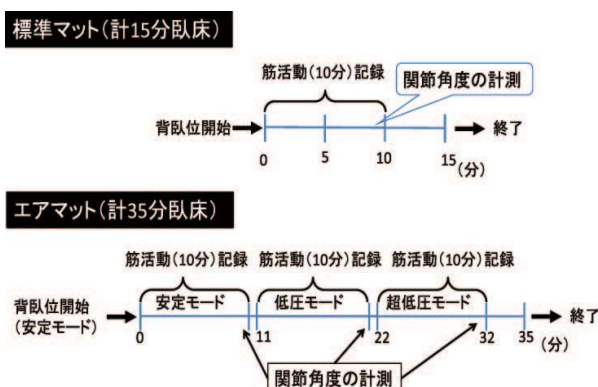


図 8. 筋活動の計測時期



図 9. 筋活動の計測対象筋（全て右側）

に背臥位姿勢になっている35分間のうち、各モードの10分間を計測した（図8）。計測の対象筋は、右側の腓腹筋、大腿二頭筋長頭、薄筋、胸鎖乳突筋（図9）とし、これらの筋活動をMEGA社製表面筋電計ME6000を用いて計測した。筋活動の評価は、記録した表面筋電値より、積分値（以下、Integrated Electro Myography：IEMG）を求め、IEMGからの1秒間あたりの平均積分値（以下、Average Rectified Value：ARV）を算出した。また表1の肢位にて各筋の最大随意性収縮（Maximum Voluntary Contraction:MVC）を行わせ、その際の1秒間あたりのARVを求め、これに課題中のARVを除することで背臥位姿勢中の各筋の%MVCを算出した。

表 1. MVCの計測肢位

| 測定筋   | 測定肢位 | 等尺性収縮を行った関節角度 |
|-------|------|---------------|
| 胸鎖乳突筋 | 仰臥位  | 頭頸部中間位        |
| 腓腹筋   | 腹臥位  | 足関節中間位        |
| 薄筋    | 側臥位  | 股関節内外転中間位     |
| 大腿二頭筋 | 仰臥位  | 膝関節屈曲45°      |

## 6. 統計処理

統計処理は統計処理ソフトSPSSVer.11を用い、各課題における関節角度および筋活動を一元配置分散分析を用いて比較した。有意水準は5%とした。

### III. 結果

標準マット上に背臥位姿勢となった際の股関節屈曲角度は、 $3.3 \pm 3.0^\circ$ であった。エアマット（各モード）上に背臥位姿勢となった際の股関節屈曲角度は、超低圧モードでは $14.4 \pm 2.3^\circ$ 、低圧モードでは $12.8 \pm 2.2^\circ$ 、安定モードでは $12.4 \pm 2.8^\circ$ であり、標準マットと比較しエアマット各モードでは、屈曲角度が有意に増加していた。エアマット各モード間での有意差は認めなかった（図10）。

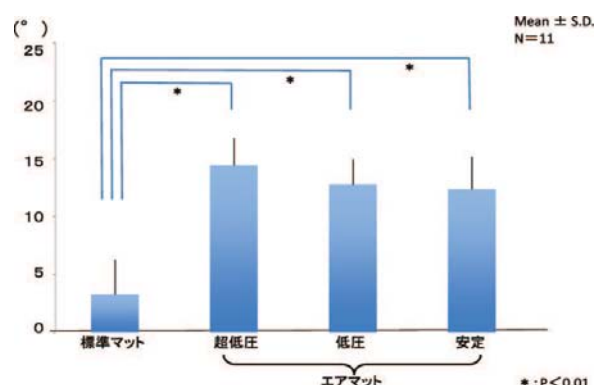


図 10. 股関節屈曲角度

標準マット上に背臥位姿勢となった際の膝関節屈曲角度は、 $12.8 \pm 3.2^\circ$ であった。エアマット（各モード）上に背臥位姿勢となった際の膝関節屈曲角度は、超低圧モードでは $18.1 \pm 2.1^\circ$ ，低圧モードでは $17.7 \pm 3.2^\circ$ ，安定モードでは $18.0 \pm 2.8^\circ$ であり，標準マットと比較しエアマット各モードでは，屈曲角度が有意に増加していた。エアマット各モード間での有意差は認めなかった（図11）。標準マット上に背臥位姿勢となった際の頸部の屈曲角度は、 $-6.4 \pm 8.2^\circ$ であった。エアマット（各モード）上に背臥位姿勢となった際の頸部の屈曲角度は，超低圧モードでは $2.3 \pm 7.1^\circ$ ，低圧モードでは $1.2 \pm 6.6^\circ$ ，安定モードでは $0.3 \pm 5.4^\circ$ であり，標準マットと比較し超低圧モードでは屈曲角度が有意に増加していた。エアマット各モード間での有意差は認めなかった（図12）。

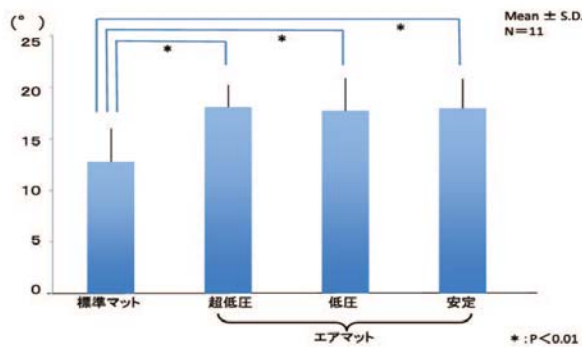


図 1 1. 膝関節屈曲角度

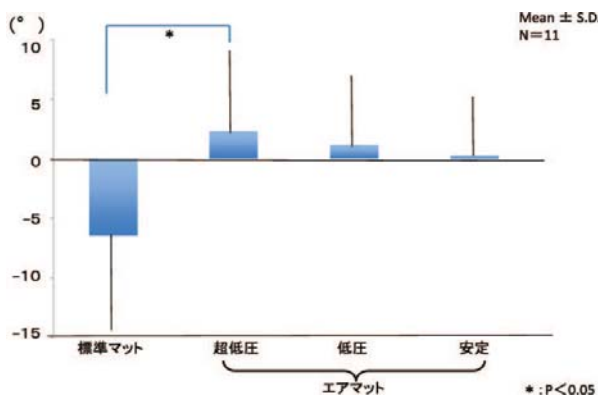


図 1 2. 頸部屈曲角度

各課題中の%MVCは，腓腹筋では通常マット $0.008 \pm 0.009\%$ ，超低圧モード $0.007 \pm 0.003\%$ ，低圧モード $0.006 \pm 0.003\%$ ，安定モード $0.006 \pm 0.003\%$ であった。大腿二頭筋筋頭では通常マット $0.004 \pm 0.003\%$ ，超低圧モード $0.004 \pm 0.002\%$ ，低圧モード $0.004 \pm 0.002\%$ ，安定モード $0.004 \pm 0.001\%$ であった。薄筋では通常マット $0.011 \pm 0.008$

％，超低圧モード $0.014 \pm 0.014\%$ ，低圧モード $0.010 \pm 0.007\%$ ，安定モード $0.010 \pm 0.006\%$ であった。胸鎖乳突筋では通常マット $0.019 \pm 0.017\%$ ，超低圧モード $0.018 \pm 0.010\%$ ，低圧モード $0.018 \pm 0.017\%$ ，安定モード $0.016 \pm 0.011\%$ であった。各課題における筋活動に有意な差は認めなかった（図13）。

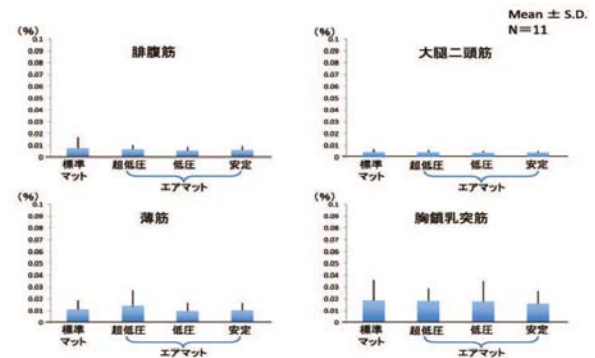


図 1 3. % MVC

#### IV. 考察

本研究の結果より，マットレス上の背臥位姿勢において，標準マットと比較しエアマットでは股関節，膝関節，頸部の屈曲角度が有意に増加することが明らかとなった。一方，マットレス上の背臥位姿勢における筋活動は標準マットとエアマットの間で有意差を認めなかったことから，エアマット上の背臥位において股関節，膝関節，頸部の屈曲角度が増加する要因は，筋活動ではなくマットレスの機能の違いが影響しているものと考えられた。

標準マットと比較しエアマットの機能には①沈める，②順応性，③接触領域の変化がある<sup>2)</sup>。すなわち①②は身体の形状に合わせてマットに身体を沈み込ませ，マットレスの表面を身体の形状に順応させ，接触面積を拡大し体圧を分散させるものであり，③は身体の同一部位に長時間体圧が加わらないように，常時エアマット内の空気を移動させるものである。通常，標準マット上に背臥位姿勢となった場合，全体重の44%の体圧が加わる仙骨部をはじめ，踵部，肩背部には体圧が加わりやすく<sup>3)</sup>，褥瘡好発部位とされているが，エアマットではそれらの部位に①②の機能が作用するため，股関節，膝関節，頸部の屈曲角度が増加するものと考えられた（図14）。

日本福祉用具・生活支援用具協会床ずれ防止用具部会<sup>4)</sup>によると，エアマットの適応条件は①

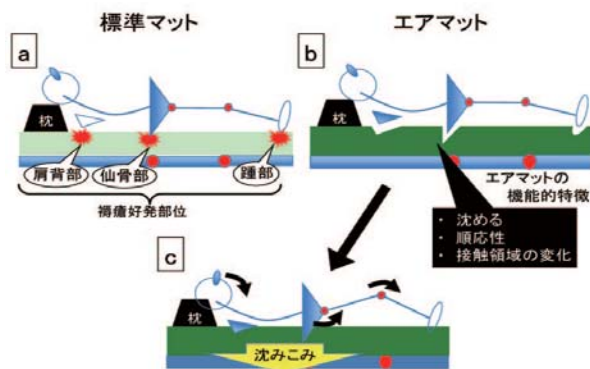


図14. 標準マットと比較し、エアマットの背臥位姿勢において

標準マットにおいて背臥位となった際の褥瘡好発部位である仙骨部、踵部、肩背部に対し（14-a）、エアマットでは、沈める、順応性、接触領域の変化という機能により、身体形状に合わせてマットに身体を沈み込ませ、マットレスの表面を身体形状に順応させ、接触面積を拡大し（14-b）、褥瘡を防止している。しかしながらこの仙骨部、踵部、肩背部の沈み込みが（14-c）、頸部、股関節、膝関節の屈曲角度を増加させたものと考えられた。

自力体位変換不可能、②疾患による体位制限、③介護力の不足により日常生活の活動性が低下した者としている。以下にエアマット上の背臥位姿勢における股関節、膝関節、頸部の屈曲角度の増加がエアマット利用者に及ぼす影響とその対処法について適応条件別に述べる。

### 1. 自力体位変換不可能

自力体位変換不可能とは、加齢や骨折、脳血管および脊髄疾患、神経筋疾患および認知症などが誘因となり、長期の経過を経て体位変換能力が低下した患者を指し、エアマットの使用は永続的である可能性が高い。本研究の結果（超低圧モード）よりエアマット上の背臥位姿勢は、頸部 $2.3 \pm 7.1^\circ$ 、股関節 $14.4 \pm 2.3^\circ$ 、膝関節 $18.1 \pm 2.1^\circ$ といずれも屈曲しており、セミファーラー肢位と類似（図15）

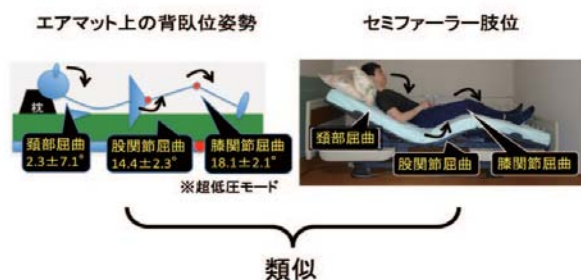


図15. エアマット上の背臥位姿勢とセミファーラー肢位

していることから、循環器や呼吸器への配慮が必要な症例には有用な肢位であると考えられる。しかしこれらの患者の多くは、関節可動域制限の原因となる不動状態であることから、エアマットの使用は股関節、膝関節の伸展可動域の減少を誘発し、更衣、排泄および移乗介助時の患者および介助者の負担を新たに増加させる可能性が考えられた。また、長期の経過を経て体位変換能力が低下した患者の多くは、頸部の屈曲制限を発症している。田邊ら<sup>5)</sup>は、全身の拘縮に伴う頸部の屈曲制限を呈した患者に対するエアマットの使用は、後頭部がエアマットに強く着床し後頭部の体圧管理が不十分となるため、後頭部の褥瘡の治療には適さない可能性を報告している。本研究の結果では健常者を対象としたため、体幹の沈み込みに伴って頸部の屈曲を認めたが、頸部の屈曲制限を呈した患者では、体幹の沈み込みに伴う頸部の屈曲が出現せず、後頭部の体圧増加、褥瘡の発生につながる可能性が考えられた（図16）。これらの現象を防止するためには、自力体位変換が不可能な患者に対するポジショニングを行う際に、患者の股関節、膝関節を伸展する機会（側臥位時の下側下肢の伸展や窒息に留意した半腹臥位など）を設けることや、後頭部の除圧に留意すること、リハビリテーションにおいて特に股関節、膝関節の伸展および頸部の屈曲可動域訓練を行う必要性が考えられた。



図16. 頸部の屈曲制限を有する症例に対するエアマット使用の注意点

本研究における頸部の屈曲角度の増加は、頸部の屈曲制限を有する症例では後頭部の体圧増加、褥瘡の発生につながる可能性が考えられた。

### 2. 疾患による体位制限

疾患による体位制限とは、脊柱や骨盤骨折後の安静期間や外科的手術後のドレーン留置時、そして中枢神経疾患の急性期における意識障害や麻痺による寝返り動作能力の低下、肺炎増悪時における人工呼吸器管理等により体位制限を余儀なくさ

れる患者を指し、エアマットの使用は一過性である可能性が高い。しかしながら疾患による体位制限中の患者は、体位変換を行う姿勢や遂行可能な運動が限られるため、エアマットの使用が短期間であっても股関節、膝関節の屈曲拘縮を発症してしまう可能性が考えられる。このことは、疾患の改善に伴い離床する際の立位・移乗時の膝折れや、正常歩行に必要な関節可動域（立脚終期の股関節伸展 $20^{\circ}$ 、減速期の膝伸展 $0^{\circ}$ など）<sup>6)</sup>の減少を発生させる可能性が考えられるため、疾患の改善に伴い離床する際には関節可動域の評価を行い、股関節、膝関節の屈曲拘縮を発症している症例には、膝折れによる転倒や歩行様式の悪化による疼痛発生リスクを考慮し、関節可動域の改善状態を確認しながら段階的に活動範囲を拡大する対策が必要であると考えられた。

### 3. 介護力の不足

褥瘡は組織的に体位変換を計画できる病院や施設と比較し、在宅介護中の症例で発症しやすい<sup>7)</sup>。その理由は介護負担が家族（少人数）に集中するからである。米国医療政策研究局のガイドライン<sup>8)</sup>によると、褥瘡の予防および治療に必要な体位変換の推奨頻度は最低2時間毎としているが、在宅介護場面における体圧分散の褥瘡予防ケアの実施状況は、半数以上が「3時間以上6時間未満」<sup>9)</sup>であり、2時間毎の体位変換は約10%しか実施されておらず<sup>10)</sup>、定期的な体位変換がいかに在宅介護において負担であるかがうかがえる。その状況を鑑み日本褥瘡学会の褥瘡予防・管理ガイドライン<sup>1)</sup>では、エアマットの使用により体位変換の間隔は4時間を超えない範囲で行っても良い（推奨度C1：根拠は限られているが、行ってもよい）とされていることから、在宅における介護力の不足を解決する（定期的な体位変換の頻度を削減する）方法として、エアマットを導入する事例も多いと考える。しかしながら本研究の結果より、エアマットの導入は、股関節、膝関節の伸展可動域の減少や後頭部の体圧増加の要因となり、新たな介護負担を生み出す可能性があることから、介護負担の軽減を目的としたエアマットの導入を行う際には『削減出来る介護』だけでなく、『削減出来ない介護』（股関節、膝関節の伸展機会の確保、後頭部の体圧対策や皮膚の評価）を介護者に認識させ、利用者の苦痛が増えることのないように留意する必要があると考えられた。

### V. 結語

本研究ではマットレスの違いが背臥位姿勢に及ぼす影響について、関節角度と筋活動を指標に検討した。その結果、標準マットと比較しエアマット上の背臥位姿勢では、股関節、膝関節、頸部の屈曲角度が有意に増加することが明らかとなった。このことは、エアマットの導入を契機に股関節および膝関節の伸展可動域が急速に減少する現象が、エアマットの導入により褥瘡の防止ケアの頻度を削減できるがゆえに、同一肢位でいる時間が（標準マット上の背臥位姿勢よりも各関節が屈曲した姿勢で）増加したことが原因であることを示唆するものである。以上のことから、エアマットの導入を検討する際には、エアマットの負の側面（股関節、膝関節の伸展可動域の減少や後頭部の体圧増加）を防止する対策も合わせて検討する必要があると考えられた。

### 【謝辞】

本研究を行うにあたり、多大なご協力およびご指導をいただきました明治国際医療大学および附属病院総合リハビリテーションセンターの皆様には深く感謝いたします。

### 【参考・引用文献】

- 1) 日本褥瘡学会 学術教育委員会 ガイドライン改定委員会：褥瘡予防・管理ガイドライン（第3版）. 日本褥瘡学会誌, 114（2）：165-226, 2012.
- 2) National Pressure Ulcer Advisory Panel Support Surface Standards Initiative: Terms and Definitions Related to Support Surfaces, 01：29, 2007.
- 3) 杉本幸恵, 小山恵美子ら：高齢者および若年者の仙骨部軟部組織厚と圧迫による変化. 日本看護研究会雑誌, 27（2）：39-43, 2004.
- 4) <http://jaspa-ctu.jp/tokozure/info/tokozure/>
- 5) 田邊 洋ら：エアマットを除去することで軽快した後頭部褥瘡. Visual Dermatology, 2（6）：578-579, 2003.
- 6) 斉藤 宏, 中村隆一：基礎運動学第4版, 医歯薬出版株式会社, 東京, pp315-316, 1995
- 7) 真田弘美, 大桑麻由美：褥瘡のケアに関する研究の動向と今後の課題. 看護研究, 33（3）：21-28, 2000.
- 8) Agency for Health Care Policy and Research, U.S.Department of Health and Human Service: Pressure Ulcer in Adults: Prediction and Prevention, AHCPR Publication, 92：0047, 1992.
- 9) 祖父江逸朗, 鳥居修平, 井口昭久：愛知県における褥瘡患者とそのケアに関する実態調査. 日本褥瘡学会誌, 3（1）：50-60, 2001.

- 10) 畑中あかね, 藤本悦子, 大野かおり: 褥瘡の発生  
予防と治療に関する研究 (第10報) -在宅療養者  
における調査研究-. 神戸市看護大学短期大学部  
紀要, 17: 81-90, 1998.