

仰臥位時の仙骨部血液量からみた褥瘡予防マットレスの評価

佐川 節子¹ 池田 レミ¹ 東 照正¹ 阿曾 洋子¹ 池永 秀雄²
森戸 直美² 西川 俊秋³ 柳田 敏雄^{4,5} 精山 明敏^{4,5}

要 旨：褥瘡は骨突出部に体重がかかり、組織に虚血が起こることにより発生する。本研究の目的として、虚血の程度と各種褥瘡予防マットレスの効果を検討するため、近赤外線分光法により仰臥位時の仙骨部組織血液量を測定した。側臥位から仰臥位への体位変換により、仙骨部血液量は有意に低下した。また、マットレスの種類により血液量の保持に違いがみられた。近赤外線分光法を用いた仙骨部血液量測定は、体圧測定に加え、新しい褥瘡予防マットレスの評価法の一つとなることが示唆された。(J Jpn Coll Angiol, 2005, 45: 101-105)

Key words: decubitus ulcer, near infrared spectroscopy(NIRS), sacral region, medical mattress

序 言

褥瘡は貧血、低栄養、皮膚の湿潤などの危険要因に加え、長時間の圧縮応力、せん断応力、引っ張り応力が複合してかかり、骨突出部の軟部組織血流が阻害されることにより発生する虚血性壊死と考えられている^{1,2)}。いったん褥瘡が形成されると治療は困難であるため、体位変換や減圧マットレスによる予防が重要である。各種の減圧マットレスが開発されているが、マットレスの褥瘡予防効果は、主に体圧(皮膚とマットレスとの間の表面接触圧)の測定によって評価されているのが現状である。しかし、体圧は皮膚表面における圧迫の程度に視点を置いた評価であるため、より生体内部の状態を知る新しい評価基準が求められている³⁾。

そこで、本研究では近赤外線分光法(near infrared spectroscopy: NIRS)に注目した。NIRSとは近赤外光の生体透過性を利用して筋組織のヘモグロビン濃度を測定する方法である⁴⁾。今回は褥瘡好発部位である仙骨部の組織血液量を測定し、虚血の程度をとらえること

で、褥瘡予防マットレスの評価ができるか検討した。

対象と方法

1. 使用機器

無侵襲酸素モニタ(OM-200, (株)島津製作所): 本装置では4波長2受光方式を採用し、光拡散方程式に基づいた空間分解法によりOxyHbとDeoxyHbの濃度の絶対値に相当する定量指数を算出している⁵⁾。本研究では算出されたTotalHb(OxyHb + DeoxyHb)を血液量とみなした。仙骨部の軟部組織の厚さは15~20mmであるという報告⁶⁾から、測定深度10~15mmのプロープ(送受光間距離15mm, 25mm)を使用した。

圧力分布センサーシステム(BIGMAT, (株)ニッタ): センサーシートの電極は、特殊インク(感圧抵抗性物質)と電極のシルバペーストでコーティングされて、格子状になっている。格子状の交点に圧力が加わると、大きさに応じて特殊インクの抵抗値が変化する。この抵抗値の変化は行方向、列方向の電流変化としてセンサーコネクタに伝えられる。本研究では測定可能範囲15~150mmHgのセンサーシートを使用した。

マットレス

A: 綿パッド。一般寝具として利用されている綿パッドを、病院ベッド用マットレスの上に敷いた。

¹大阪大学大学院医学系研究科保健学専攻

²旭化成株式会社

³黒田株式会社

⁴大阪大学大学院医学系研究科情報伝達医学専攻

⁵通信総合研究所関西先端研究センター

2004年2月22日受付 2004年12月1日受理

Table 1 The blood volume of the sacral region

	Supine	Lateral	Supine (NP)	Lateral
Blood volume (a.u.)	46.8±12.4	67.7±24.9*	64.6±15.5*	68.0±15.8**

Values are mean±SD (n=6). Supine is the condition that pressure has been applied. Supine (NP) is the condition that pressure has not been applied.

*p<0.05, **p<0.01

B: FUSION™パッド(床ずれナース, 旭化成 株)。厚さ 2 cm の立体編物構造のパッドである。FUSION™パッドは綿パッド同様、マットレスの上に敷いた(以下「FUSION」)。

C: ウレタンマット(マキシフロートマットレスKE-803, (株)パラマウントベッド)。高弾力性ウレタンフォームを使ったマットレスで、厚さは16cmである。褥瘡予防マットレスとして一般的に利用されている¹⁾。ウレタンマットは直接ベッド本体に置いて使用した(以下「ウレタン」)。

2. 測定手順

【実験1】体位変換と仙骨部組織血液量測定: 成人女性6名(21~27歳, BMI 19.3±2.7)を対象とした。綿パッドを敷いたベッドを2台並べた。被験者に2台のベッドを横断するような位置をとらせ、仰臥位を保持させた。約30分の安静後、腹臥位をとらせ、仙骨突起部にNIRSプローブを装着し測定を開始した。その後、仰臥位, 30°臥位, 腹臥位の順番で、各体位をそれぞれ5分間保持させた。この体位変換を2回繰り返した。このとき、1回目の仰臥位は仙骨部に体圧負荷のある状態(以下「圧あり」)にした。2回目の仰臥位は仙骨部の下を空間にし、体圧負荷のない状態(以下「圧なし」)にした。30°側臥位とは左肩の下と大腿部の後ろに枕を置くことにより身体を固定し、仙骨部には体圧負荷のない状態である⁸⁾。

【実験2】褥瘡予防マットレス使用時の仙骨部組織血液量測定: 成人女性5名(21~45歳, BMI 18.2±1.7)を対象とした。最初に、従来の体圧評価と比較するため、体圧測定を行った。マットレスの上に圧力分布センサーシートを敷き、その上で仰臥位を保持させ、1分間の安静後、臀部の圧力分布を測定した。その後、センサーシートを取り除き、腹臥位の状態で仙骨突起部にNIRSプローブを装着し測定を開始した。腹臥位の

後、仰臥位3分間, 30°側臥位3分間の体位変換を5回繰り返した。この測定を前述のマットレスA, B, Cについてそれぞれ行った。

3. 評価方法

【実験1】6名それぞれについて、体位ごとの血液量の比較を行った。各体位の血液量として、5分間の測定値から体位変換時のノイズが入る最初の10~15秒を取り除いた部分での平均値を算出した。

【実験2】体圧測定では測定結果をBIGMATにより二次元表示し、仙骨突起部の体圧値を求めた。マットレスごとに5名の体圧値の平均値を算出した。

血液量測定では実験1と同様の処理を行い、3分間の測定における平均値を求め、各体位の血液量とした。その後、各被験者ごとに1組の仰臥位と側臥位についての、仰臥位の血液量を側臥位の血液量で除した値(以下「血液量保持率」)を算出した。これをもとに、5回の血液量保持率の平均値を算出した。

測定結果は平均値±標準偏差で示した。2群の差の検定には、関連2群t検定を用い、有意水準は5%以下とした。

成 績

【実験1】各体位の血液量はTable 1に示した。仰臥位において「圧あり」の場合と「圧なし」の場合の血液量を比較すると、「圧あり」での血液量が有意に低値を示した。また、2回の側臥位と比較しても「圧あり」の血液量は有意に低かった。仰臥位「圧なし」と側臥位の場合における血液量には差がなかった。次の実験2における血液量保持率は、操作の煩雑な「圧なし」の代わりに側臥位の値を用いた。また、測定値は3分で安定し5分間の平均値と近い値を示したため、実験2では同一体位保持時間を3分とした。

【実験2】体圧測定の結果をFig. 1に示した。綿パッド

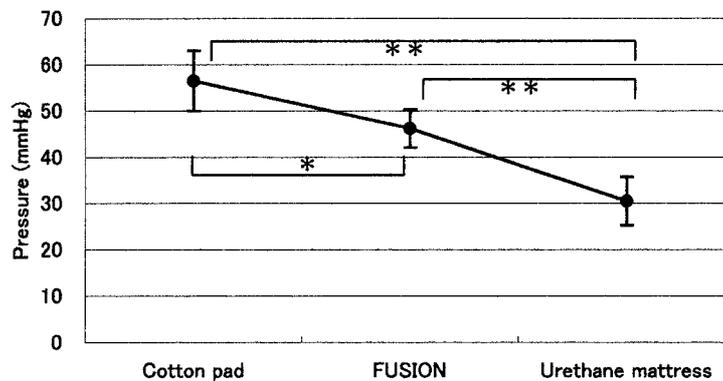


Figure 1 Comparison of the body pressure of the sacral region in each mattress in Exp. 2. Values are mean±SD (n=5). *p<0.05, **p<0.01

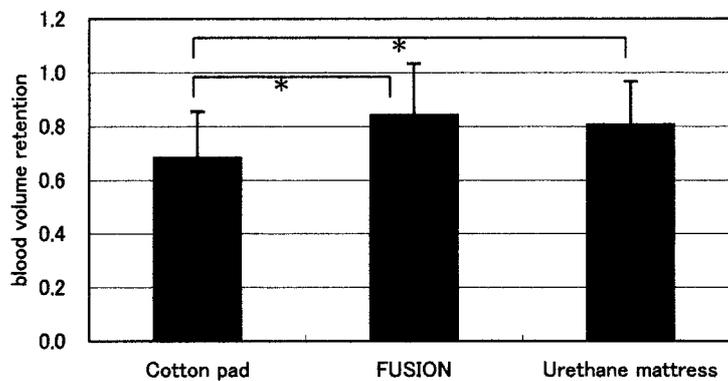


Figure 2 Comparison of the blood volume retention of the sacral region in each mattress in Exp. 2. Values are mean±SD (n=5). *p<0.05

の体圧は、FUSION、ウレタンに比べ、有意に高値を示した。FUSIONもウレタンに比べ有意に高値を示した。血液量測定の結果をFig. 2に示した。FUSIONとウレタンの血液量保持率は、綿パッドと比較してともに高値を示した。一方、FUSIONとウレタンとの間には有意差がなかった。

考 案

本来、NIRSでは初期値からの変動しかとらえることはできない。無侵襲酸素モニタOM-200は光拡散方程式を用いた空間分解法により濃度の絶対値(定量指数)を表すよう工夫されている⁵⁾。われわれはTotalHbの絶対値を血液量としたが、個体間比較は血液量保持率(相対値)を算出して行った。

本研究では虚血の程度と褥瘡予防の各種マットレス

反応の相違を体圧測定と血液量測定で検討したところ、両方法の結果は一致しなかった。体圧は低値を示すほど体圧分散効果があるとされる。体圧分散効果の面からみると、ウレタンが最も体圧を分散し、高い予防効果が認められた。一方、今回用いた血液量保持率は仰臥位の血液量を側臥位の血液量で除した値であり、1に近づくほど血液保持効果があることになる。FUSIONとウレタンの血液量保持率は綿パッドより高く、組織血液量の減少が小さいことがわかった。さらに、FUSIONとウレタンに有意差はなく、厚さ2cmのFUSIONには厚さ16cmのウレタンに相当する予防効果があると考えられる。

この不一致は体圧測定が皮膚接触面にかかる圧力(体表面の垂直方向の力)のみを反映するのに対し、NIRS測定が血管変形による血液量変化を反映する点にある

と考えられる。

骨突出部に体重がかかると、生体内では垂直方向の圧迫の力以外に、せん断応力や引っ張り応力が発生する。Leら⁹⁾はこれらの力が複合的に作用すると、外力の3～5倍にもなると報告している。また、Bennettら¹⁰⁾は垂直以外の方向の力(ズレの力)が存在すると、存在しないときに比べ、血管の変形が容易になると報告している。褥瘡はせん断応力や引っ張り応力の複合的かつ複雑な作用がもたらす血管変形による組織血流阻害の結果で生じる。したがって、NIRS測定で得られた血液量変化は皮膚接触面での体圧よりも褥瘡の本質的メカニズムを反映していると考えられる。以上のことから、NIRSを用いた血液量測定は、褥瘡予防マットレスに対する新しい視点からの評価法であるといえる。

しかし、本研究では褥瘡の好発する高齢者を対象としなかった。今後、年齢さらには体重、体格による反応の違いを検討していく必要がある。また、NIRS測定で得られた血液量変化と実際の褥瘡発生率との関連性も明らかにする必要がある。

結 論

1. 体圧測定と血液量測定では褥瘡予防マットレスに対する評価が一致しなかった。体圧分散効果ではウレタンがFUSIONよりも優れているが、血液量保持では両者とも同程度の効果を示した。

2. 褥瘡予防マットレスの評価に際し、NIRSを用いた血液量測定が有効であることが示唆された。

文 献

- 1) 大浦武彦：わかりやすい褥瘡予防・治療ガイド - 褥瘡になりやすい人，なりにくい人 - . 尾形忠昭，照林社，東京，2001，14-21，82-95.
- 2) Dan L. Bader：褥創 - 予防・治療の実際と研究の展開 - . 木下 攝，協同医書出版社，東京，1994，13-20.
- 3) 高橋 誠：工学からみた物理的リスクファクタ(PRF)とその計測 . 日本褥瘡学会誌，2003，5：129-135.
- 4) Jobsis FF: Noninvasive, infrared monitoring of cerebral and myocardial oxygen sufficiency and circulatory parameter. Science, 1977, **198**: 1264-1267.
- 5) Delpy DT, Cope M, van der Zee P et al: Estimation of optical pathlength through tissue from direct time of flight measurement. Phys Med Biol, 1988, **33**: 1433-1442.
- 6) 杉本幸枝，森 将晏，掛橋千賀子他：B-モードエコーを使用した仙骨部軟部組織厚の計測と圧迫による変化 . 日本褥瘡学会誌，2001，3：185.
- 7) 佐川節子，池田レミ，東照正他：仙骨部組織血液量からみた褥瘡予防マットの評価 - 評価方法確立のための基礎研究 - . 日本褥瘡学会誌，2003，5：353.
- 8) Seiler WO, Allen S, Stahelin HB: Decubitus ulcer prevention: a new investigative method using transcutaneous oxygen tension measurement. J Am Geriatr Soc, 1983, **31**: 786-789.
- 9) Le KM, Madsen BL, Barth PW et al: An in-depth look at pressure sores using monolithic silicon pressure sensors. Plast Reconstr Surg, 1984, **74**: 745-756.
- 10) Bennett L, Kavner D, Lee BK et al: Shear vs pressure as causative factors in skin blood flow occlusion. Arch Phys Med Rehabil, 1979, **60**: 309-314.

Evaluation of Anti-decubitus Ulcer Mattress: Measuring Blood Volume of Sacral Region by NIRS

Setsuko Sagawa,¹ Remi Ikeda,¹ Terumasa Higashi,¹ Yoko Aso,¹ Hideo Ikenaga,²
Naomi Morito,² Toshiaki Nishikawa,³ Toshio Yanagida,^{4,5} and Akitoshi Seiyama^{4,5}

¹School of Allied Health Sciences, Graduate School of Medicine, Osaka University, Osaka, Japan

²Asahi Kasei Corp., Osaka, Japan

³Kuroda Co., Ltd., Osaka, Japan

⁴Division of Physiology and Biosignaling, Graduate School of Medicine, Osaka University, Osaka, Japan

⁵Kansai Advanced Research Center Communications Research Laboratory, Hyogo, Japan

Key words: decubitus ulcer, near infrared spectroscopy (NIRS), sacral region, medical mattress

Decubitus ulcers are caused by localized ischemia in tissue near bony weight-bearing prominence. To determine the degree of ischemia, we measured the blood volume of the sacral region in the supine position by NIRS. A change from lateral to a supine position caused the blood volume to reduce significantly. In addition, the blood volume retention was found to differ from mattress to mattress. NIRS is expected to be one of the new evaluation methods for anti-decubitus ulcer mattresses. (J Jpn Coll Angiol, 2005, **45**: 101–105)