

酸素局所供給による皮膚圧迫性傷害の発症予防効果

著者	上條 明生, 瀧澤 志織, 喬 炎, 魯 健, 張 嵐, 三浦 大志, 北山 秋雄, 森上 幸恵
著者別表示	Kamijo Akio, Takizawa Shiori, Takashi En, Lu Jian, Zhang Lan, Miura Daiji, Kitayama Akio, Morikami Sachie
雑誌名	Journal of wellness and health care
巻	45
号	2
ページ	69-75
発行年	2022-02-01
URL	http://doi.org/10.24517/00065215



酸素局所供給による皮膚圧迫性傷害の発症予防効果

上條 明生, 瀧澤 志織¹⁾, 喬 炎, 魯 健²⁾, 張 嵐²⁾, 三浦 大志, 北山 秋雄, 森上 幸恵³⁾

要 旨

褥瘡とは、「寝たきりなどによって体重で圧迫されている場所の血流が悪くなったり滞ることで、皮膚の一部が赤い色味をおびたり、ただれたり、傷ができてしまうこと」とされ、長時間の圧迫等により皮膚の細胞に十分な酸素や栄養が行き渡らなくなることにより発症する。一方で、皮膚の細胞は必要な酸素の一部を外気から吸収しているため、圧迫部に対して外部から酸素を供給することで褥瘡発生に予防的な効果を得られることが考えられる。本研究ではヘアレスラットを用いて圧迫部皮膚に局所的に外部から空気または酸素濃度 100% 濃度の気体（純酸素）を供給することで皮膚細胞の酸素不足を軽減し、褥瘡予防に対する効果を検討した。

本研究においては空気、純酸素を供給した群では無通気群よりも圧迫部における発赤面積、潰瘍発生率が低く、圧迫部に対する通気は褥瘡予防に効果的であることが示唆された。特に純酸素を供給した群において潰瘍は発生せず、発赤消失までの時間も短時間であった。

過剰な量の酸素投与は細胞に対する毒性が報告されている。しかしながら本研究においては純酸素投与が褥瘡予防に最も効果的な結果を示した。手術等で姿勢が固定されている際にも圧迫部に対し通気を行うことで褥瘡予防へ繋がる可能性が考えられる。今後より効果的な酸素濃度や臨床への応用についてもさらなる検討を重ねていきたい。

キーワード

褥瘡, 酸素供給

はじめに

褥瘡とは、「寝たきりなどによって体重で圧迫されている場所の血流が悪くなったり滞ることで、皮膚の一部が赤い色味をおびたり、ただれたり、傷ができてしまうこと」とされている¹⁾。皮膚の同じ部位に長時間圧迫・ねじれ・ずれ・張力などの外力が加わることで血管が圧迫され、血管から栄養を送られていた組織が壊死に陥り、皮膚の細胞に十分な酸素や栄養が行き渡らなくなることにより褥瘡は発症する²⁾。褥瘡発生は対象者のQOLを低下させると同時に、不必要な苦痛を与えるだけでなく、慢性的な経過によりケアする者にも大きな負担となる³⁾。また深部褥瘡形成は、マンパワーをはじめとする医療資源の消費増大を招き、病院の効率的な運用に影響をきたすことが明らかになっ

ている⁴⁾。これらのことから、褥瘡の発生は対象者の苦痛や医療資源の効率的活用の障害、病院経営にも大きな影響があり、予防が非常に重要な課題となる。

寝たきり以外で褥瘡発生リスクが高い要因として周術期での全身麻酔がある。全身麻酔下では長時間体位変換されずにいる状態で、さらに術中は術野の確保及び手術操作をスムーズに行い、安全性が保てるように様々な特殊体位がとられる。そのため非生理的な体位を長時間とらざるを得ず、全身麻酔下にある患者の体位保持は非常に高いリスクを伴うことになる⁵⁾。

周術期における褥瘡発生の予防手段として、体圧分散マットレスの使用やゲル又は粘弾性パッドの使用などの方法がとられている⁶⁾。周術期の褥瘡発生予防の重要性が明文化され、手術室においても褥瘡予防への

長野県看護大学

1) 長野市民病院

2) 国立研究開発法人 産業技術総合研究所

3) 下伊那赤十字病院

意識は高まっているが、依然として褥瘡発生率は高いのが現状である⁷⁾。また、3時間以上の外科手術を受けた患者の8.5%が圧迫性潰瘍を発症しており、さらにいくつかの手術方式においては潰瘍発生率が25%を超えていることが報告されている⁸⁾。減圧等の予防手段のみでは、周術期における褥瘡発生率は高く、減圧以外の手段による褥瘡予防の可能性についても考慮することが有用であると考えられる。

圧迫性皮膚傷害(褥瘡)モデルとしてマグネットによる圧迫を用いた方法が報告されており⁹⁾、長時間の圧迫による褥瘡発生の一因として圧迫部の血流の低下に伴う細胞への酸素供給の低下があげられる。一方、表皮の細胞は外気からの酸素を吸収しており、圧迫部に対して酸素を供給することで傷害予防効果を得られることが考えられる。本研究では国立研究開発法人産業技術総合研究所(茨城県)との共同開発により作成した通気デバイスを用いて、圧迫部に対し21%の酸素含有量の気体(以下、空気)または100%の酸素含有量の気体(以下、純酸素)を外部から供給することで褥瘡予防に対する影響を検討することを目的とした。

方法

10週齢雄性ヘアレスラット(HWY/Slc, 日本エスエルシー株式会社)7匹(体重 285.7 ± 13.0 g)を用いた。実験開始前に1週間以上の予備飼育を行い、飼育期間中は週に2回ケージ内の清掃を行い清潔に努めた。

1. 虚血性皮膚傷害(以下、虚血創とする)の作成

ラットはKawai et al.¹⁰⁾の方法に従い3種混合麻酔 $0.25\text{mL}/100\text{g}$ を腹腔内に投与し鎮静化を行った後に、自作のプラスチックケースの上に腹臥位で寝かせ、テーピング用テープで胸部、腹部、尾部を固定した。なお、テーピング固定部位は圧迫部を避けるように配慮した。左右両側の背部皮膚を摘み上げ、直径13mm(圧迫部面積約 133mm^2)の円形ネオジム磁石(NE015二個 NE002一個 通気デバイスを介しての圧力 360mmHg , KK二六製作所)で挟み皮膚を虚血状態にし、1匹に対し圧迫創を4か所作成した。虚血継続時間は4時間とした(図1)。

2. 実験条件の設定

左側虚血創と右側虚血創にて条件を変えて虚血処置を行なった。

①磁石による圧迫で虚血処置を行ない、換気を行わない無通気状態(以下、無通気群:12傷)、②空気と同等の21%の酸素含有量の気体をエアーポンプ(エ

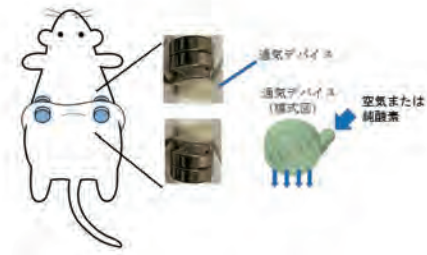


図1 圧迫および通気デバイスの模式図

ヘアレスラット皮膚をつまみ上げ図のようにマグネットで圧迫した。その際に通気デバイスを介して圧迫することで圧迫部に対して空気または純酸素を供給した。

アーポンプサイレントβ60 NPS-002, ニッソー)を用いて供給した群(以下、空気群:8傷)③酸素ボンベ(岡谷酸素株式会社)を使用し100%の酸素含有量の気体を供給した群(以下、純酸素群:8傷)の3群に分けて実験した。ただし、酸素ボンベにより供給される純酸素は湿度が10%以下と非常に低く、通気により皮膚が乾燥し損傷するリスクが考えられたため、純酸素の供給は水を経由し湿度を室内湿度と同等の40~60%となるようにした。通気の圧はゲージ圧計(Manometer M-382, AS-ONE)を用いて計測し、空気群 10.8 ± 0.9 kPa, 純酸素群 11.9 ± 2.1 kPa (t検定にて有意差なし)であった。圧迫部位の温度・湿度測定にはセンサ(ワイヤレス温湿度センサ Logtta, UNI-01-C003, ユニ電子株式会社)を設置し圧迫部位の温度・湿度の経過を2秒ごとに観察した。

3. 測定方法

1) 圧迫部の肉眼所見

デジタルカメラ(WG-3, PENTAX)を使用し皮膚の状態の測定を行った。「潰瘍」とは「皮膚では真皮全層、あるいは皮下組織にも達する深い欠損」と定義されており¹¹⁾、本研究では上皮が破綻し真皮層まで傷害が到達している状態のものを「潰瘍」とした。

2) 発赤の面積及び強さ

発赤の原因は充血によるものと考えられ、赤血球に含まれるヘモグロビンは400nm付近の波長を吸収するため400nm付近の波長を用いた紫外線カメラ(ダーモカメラDZ-D100, CASIO)を用いて皮下の傷害を検出可能であることが報告¹²⁾されている。本研究では発赤を定量的に評価するためこの紫外線撮影カメラを使用し紫外線による皮膚の状態の測定を行った。圧迫箇所周囲3か所の皮膚(圧迫部の頭側、尾側、背側)にエバンスブルー(056-04061, 富士フィルム和光純薬株式会社)を用いて指標となる印をつけ、頭側と尾側の点を結ぶ線を水平に保った状態で圧迫開始前、除圧直後、

除圧後 30 分, 24 時間, 48 時間, 72 時間後に撮影を行った。

紫外線撮影カメラにて撮影した紫外線 LED 画像 (白黒) は解析ソフトウェア (ImageJ, NIH) を用いて発赤部外縁を囲い, 発赤の面積及び色の強さを示す Optical Density (以下 OD 値) について各群の平均値を算出した。なお, OD 値は 0~255 で表される値で 0 に近いほど色が黒く発赤が強いことを示し, 健常部の値から発赤部の値を引き健常部に対しどの程度発赤部の色が濃いのかを比較した (図 2)。

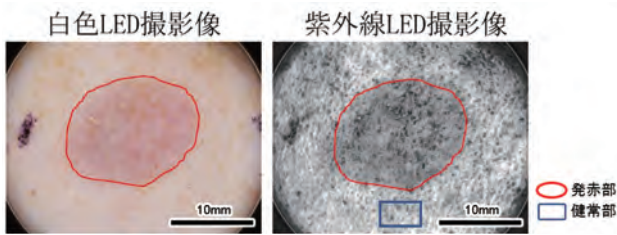


図 2 発赤部の面積・OD (optical density) 値の解析
白色 LED 写真で発赤が強い部分ほど紫外線 LED 画像では黒く撮影される。Optical density の値について健常部との差を全例において算出し比較した。

4. 解析方法

本解析では, 除圧後 3 日間, 圧迫部の肉眼所見及び創面積の解析を実施した。なお統計的検定は, 検定方法に指定がない限り, 一元配置分散分析またはクリスカル・ウォレス検定を実施し, 有意差が認められた場合は Tukey-Kramer の HSD 検定または Steel-Dwass 法を用い, 各群間の有意差の検定を実施した。潰瘍の発生率についてはフィッシャーの直接確率検定を用いて各群間の有意差の検定を実施した。有意水準は危険率 5% 未満の有意差が認められた場合には $p < 0.05$, 危険率 1% 未満の有意差が認められた場合には $p < 0.01$ と表記した。

5. 倫理的配慮

本実験は長野県看護大学動物実験倫理委員会の承認を受けて実施した (承認番号第 2020 - 1)。

結果

1. 圧迫部の肉眼所見

1) デジタルカメラ測定の間

圧迫部の肉眼所見の一例を図 3 に示す。除圧直後では無通気群, 空気群, 純酸素群のすべての条件において圧迫部位に発赤が認められた。除圧後 30 分でも無通気群, 空気群, 純酸素群ともに発赤が残存していたが, 無通気群が一番濃く, 空気, 純酸素を供給するにつれて発赤の減弱が認められた。無通気群では除圧後 24 時

間まで発赤が残存し, 潰瘍の出現 (図 3 矢印) も認められた。24 時間以上持続する発赤は無通気群 12 例中 5 例, 空気群 8 例中 5 例, 純酸素群 8 例中 4 例において認められた。除圧後 48 時間において発赤はそれぞれ 12 例中 8 例, 8 例中 4 例において確認され, 純酸素群においては確認されなかった。純酸素群も同様に除圧後 24 時間ではかすかに発赤が認められたが, 除圧後 48 時間では発赤は消失した。除圧後 72 時間ではすべての条件において発赤の消失が認められた。

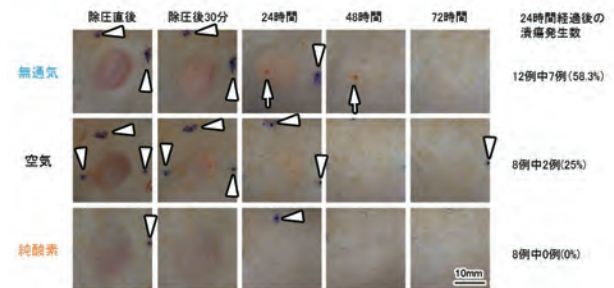


図 3 圧迫部の除圧後の肉眼所見の経時的変化
無通気群 (上段), 空気群 (中段), 純酸素群 (下段) における肉眼所見の 1 例。酸素を投与することで発赤が軽度となり消失までの時間も短時間であった。
矢印: 潰瘍, 矢頭: エバンスブルーによる印

除圧直後は無通気群, 空気群, 純酸素群ともに全例において潰瘍はみられなかった。除圧後 30 分では無通気群で潰瘍は 12 例中 2 例, 空気群では 8 例中 2 例に潰瘍がみられたが, 純酸素群では 8 例全例で潰瘍は発生しなかった。除圧後 24 時間において無通気群では 12 例中 7 例 (58.3%), 空気群では 8 例中 2 例 (25%), 除圧後 48 時間において無通気群では 12 例中 4 例 (33.3%), 空気群では 8 例中 1 例 (12.5%) において潰瘍がみられ, 純酸素群では除圧後 24 時間, 48 時間ともに潰瘍は認められなかった。除圧後 72 時間において無通気群では 12 例中 2 例 (16.7%), 空気群では 8 例中 1 例 (12.5%) において潰瘍が認められた。なお, 潰瘍発生率は除圧後 24 時間の無通気群において有意に多く ($p < 0.05$), 純酸素群において有意に少なかった ($p < 0.05$)。

2) 発赤の面積および OD 値差

発赤の面積は, 除圧直後では無通気群 $114.5 \pm 17.2 \text{mm}^2$, 空気群 $104.9 \pm 10.0 \text{mm}^2$, 純酸素群 $104.3 \pm 17.0 \text{mm}^2$, 除圧後 30 分では無通気群 $115.1 \pm 10.6 \text{mm}^2$, 空気群 $114.7 \pm 7.6 \text{mm}^2$, 純酸素群 $103.1 \pm 19.1 \text{mm}^2$ であった。除圧後 24 時間では無通気群 $88.9 \pm 18.1 \text{mm}^2$, 空気群 $61.4 \pm 23.3 \text{mm}^2$, 純酸素群 $27.9 \pm 28.7 \text{mm}^2$, 除圧後 48 時間では無通気群 $14.4 \pm 20.9 \text{mm}^2$, 空気群 $12.7 \pm 17.3 \text{mm}^2$ であり, 純酸素群では発赤が認められなかったため面積は計測不能であり 0.0mm^2 とした。

除圧後 72 時間では無通気群 16.2±37.0mm², 空気群 16.9±29.2mm²であり, 純酸素群は同様に 0.0mm²とした。なお, 除圧後 24 時間の純酸素群と空気群, および純酸素群と無通気群において有意な差 (p<0.01) を認めた。また, 空気群と無通気群において空気群の面積は低値を示したが有意差は認められなかった (図 4)。

OD 値差は除圧直後では無通気群で 48.8±9.8, 空気

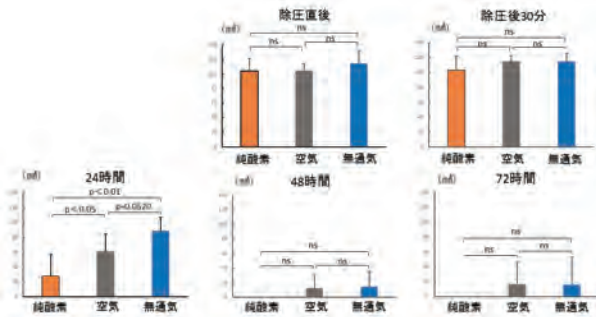


図 4 各測定時間ごとの発赤の面積の比較
除圧後 24 時間において発赤面積に有意差を認めた (純酸素群: 無通気群, P<0.01, 純酸素群: 空気群, P<0.05)。また, 有意差を認めなかったものの空気群と無通気群の間には有意な傾向 (P=0.052) がみられた。純酸素群においては除圧後 48 時間以降では発赤は消失した。

群で 45.1±8.1, 純酸素群で 42.2±9.9, 除圧後 30 分では無通気群で 29.8±11.8, 空気群で 34.4±13.9, 純酸素群で 25.5±11.0 であった。除圧後 24 時間では無通気群で 24.0±13.6, 空気群で 29.0±10.4, 純酸素群で 7.6±11.7, 除圧後 48 時間では無通気群で 3.4±9.7, 空気群で 16.4±20.0 であり, 純酸素群では発赤が認められなかったため OD 値差は 0.0 とした。除圧後 72 時間では無通気群で 4.7±10.7, 空気群で 3.5±7.0 であり, 純酸素群では同様に 0.0 とした。なお, 除圧後 24 時間において純酸素群と空気群で有意差 (p<0.05) が認められ, 純酸素群と無通気群で有意差 (p<0.01) が認められた (図 5)。

2. 圧迫部位の温度・湿度測定

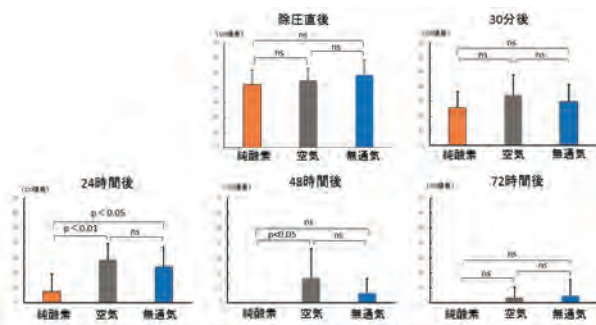


図 5 OD 値差の比較
除圧後 24 時間において発赤部の OD 値の差に有意差を認めた (純酸素群: 無通気群, P<0.05, 純酸素群: 空気群, P<0.01)。除圧後 48 時間において純酸素群と空気群の間に有意差を認めた (P<0.05)。

圧迫部位の温度は, 無通気群において 30.4±2.0°C, 空気群において 30.2±2.0°C, 純酸素群において 30.1±1.0°C で経過し大きな差はみられなかった。圧迫部位の湿度は, 無通気群において 67.4±6.2% で経過したが, 通気した 2 群においては湿度が低下し, 空気群において 46.5±4.3%, 純酸素群において 43.3±3.7% で経過した。(図 6)

考察

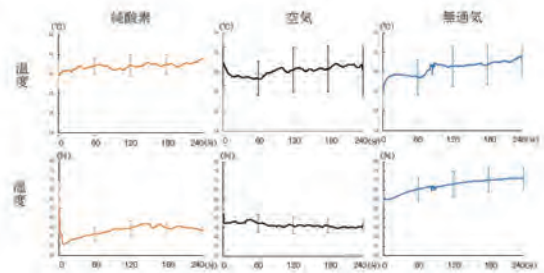


図 6 各群の圧迫部温度および湿度の経過
通気した群においては温度の低下なく圧迫部の湿度のみが低下している。*温度は 2 秒ごとに計測しておりデータ数が膨大となってしまうため単位時間における標準偏差のみ表記している。

本研究では純酸素群が最も早く発赤を消失させ, かつ潰瘍の発生も認められなかった。発赤面積は 3 群とも経時的に減少し, 純酸素群では除圧後 48 時間で全例において発赤の消失を認めた。発赤の強さは無通気群で最も強く純酸素群で最も軽度であった。筋中の酸素は虚血開始後 6 分ほどで最低値に近い値になることが報告されており¹³⁾, 圧迫され虚血状態となった皮膚においても細胞周囲の酸素は低値となり枯渇しやすい状態であったことが考えられる。仲上¹⁴⁾は褥瘡発生の直接因子として阻血性障害を挙げ, 皮膚の外側から毛細血管圧以上の力が皮膚に加わると, 毛細血管がつぶれて細かい血栓が生じ, 組織の酸素不足や乳酸などの蓄積により細胞死が発生し褥瘡が形成されると述べている。本研究においても同様のメカニズムが褥瘡発生に寄与したと考える。

1. 酸素不足に伴う嫌気性代謝と乳酸の蓄積

圧迫部の皮膚では血流の低下・遮断が起こるため酸素供給が低下する。それによって圧迫部周囲の皮膚では嫌気性の代謝となり, 副産物である乳酸が蓄積される¹⁵⁾。乳酸は細胞のエネルギー基質として働き細胞の代謝への貢献が報告される¹⁶⁾一方で, 乳酸の過剰な蓄積による細胞毒性も報告されている¹⁷⁾。本研究においても同様のメカニズムにより乳酸の蓄積とそれに伴う皮膚傷害が考えられ, 今後乳酸値の変化についても検討を行う必要があると考える。

2. 酸素供給の効果

皮膚への酸素を供給する血管は真皮内を通り、真皮は血管中から酸素を得ているが、表皮までは血管から供給されている酸素は届きにくいいため表皮は大気中からも酸素を得ている¹⁸⁾。しかし、皮膚が圧迫され血流が遮断された状態では皮膚の細胞は血管から酸素を得ることが困難となり、特に表皮は外気からの供給への依存が大きくなることが考えられる。本研究では圧迫部に通気をすることで虚血状態に陥った皮膚に外部から酸素を供給し、好気性代謝を促すことで細胞が保護されるため、発赤の軽減および潰瘍の発生予防につながったと考える。

褥瘡発生後、酸素供給による治療効果も報告されているが、Chandan¹⁹⁾は、褥瘡に対する治療として用いられる酸素について、酸素は多すぎても少なすぎても治療にはマイナスであると述べている。酸素代謝の副産物である活性酸素の過剰発生に伴う細胞毒性が報告²⁰⁾されており組織において必要な量の酸素を供給することは治療においてプラスの効果をもたらすが、必要以上の酸素供給は否定的な効果をもたらす可能性も考えられる。一方で本研究においては除圧後48時間の時点でのOD値の差については空気群の値が最も大きく、潰瘍・発赤は発生しづらいものの発赤の強さは無通気群と有意差がみられなかった(図5)。本実験において、圧迫部に純酸素または空気を供給することで褥瘡発生率は低下し、純酸素を投与する場合において最も有効な褥瘡の軽減および予防効果が示されたが、圧迫部に供給する最も有効な酸素濃度については引き続き検討が必要であると考えられる。

3. 通気による湿度上昇の抑制

本研究の3群において圧迫部の温度はほぼ同様であったが、通気した群では湿度の上昇を抑えることができ、無通気群では経時的に湿度の上昇が認められた(図6)。過剰な水分に暴露された皮膚において、角質細胞間脂質や角化細胞間接着などの構造的変化により、皮膚バリア機能および外力耐性が低下することが述べられており²¹⁾、本研究においても無通気群において圧迫部が湿度70%程度の湿潤環境となり(図6)皮膚が浸軟していたことが推察され、皮膚のバリア機能

および外力耐性が低下し褥瘡の発生および増悪が起りやすい状態であったことが考えられる。一方で、通気した群では湿度は40～50%となり湿度の上昇を抑え(図6)、皮膚のバリア機能および外力耐性を保持することができたと考えられる。

本研究の結果から圧迫部の皮膚に対し酸素を通気することにより褥瘡発生を軽減または予防できる可能性が示された。通気により副次的に湿度の上昇を抑制できることも示され、今後はその他の褥瘡悪化因子である温度や湿度、虚血により酸素と共に遮断されるグルコースや嫌気性代謝の副産物である乳酸の産生との関わりも検証することでより効果的な予防法を検討できると考える。加えて周術期には褥瘡予防対策のマットレス・防水坊汚シートの使用により皮膚呼吸の阻害が考えられるが、こうした周術期の特殊な状況においても何らかの通気を行うことで褥瘡の予防に繋がるものが考えられる。ヒトでの応用については、褥瘡の軽減または予防に最も有効な酸素濃度、その他の褥瘡発生因子との関わりを含め、さらなる検証が必要である。

結論

本研究において、圧迫部に対して特に純酸素を通気することで褥瘡発生を予防および軽減できる可能性が示唆された。今後さらなる検討を行い、圧迫部位へのスポット通気等の機器を作成し周術期における褥瘡予防に繋げていきたいと考える。

謝辞

本研究を行うにあたり、多大なるご協力をいただいた新潟市民病院 高橋葵衣看護師、東京都立小児総合医療センター 森下真歩看護師及び矢野成珠看護師、長野赤十字病院 山下栞奈看護師、聖路加国際病院 山本さくら看護師に心より感謝いたします。

本研究の一部は2021年度長野県看護大学教員特別研究Aの助成と日本学術振興会基盤研究Cの基金助成(課題番号18K10510)を受けて実施された。

利益相反

本研究の実施にあたって開示すべき利益相反はない。

文献

- 1) 日本褥瘡学会ホームページ：褥瘡について (<http://jspu.org/jpn/patient/about.html>), 2021.5.21.
- 2) 宮地良樹, 溝上祐子 (2009) : エキスパートナース・ガイド 褥瘡治療・ケアトータルガイド (初版), 20-26, 照林社.
- 3) 鷺見麻衣子, 高田直子 (2012) : 褥瘡初期病変の組織学的特徴と血管拡張因子, 褥瘡会誌, 14 (2), 121-128.
- 4) 武亜希子, 宇都由美子 (2015) : 特定機能病院における深部褥瘡発生が及ぼす入院収支と看護ケア量への影響, 医療情報学, 35 (1), 31-36.
- 5) 宮地良樹, 溝上祐子 (2009) : エキスパートナース・ガイド 褥瘡治療・ケアトータルガイド (初版), 247-252, 照林社.
- 6) 日本褥瘡学会 (2015) : 褥瘡ガイドブック (第2版), 182-202, 照林社.
- 7) 真田弘美 (2014) : 周術期の褥瘡対策最前線, 日本手術医学雑誌, 35 (4), 319-324.
- 8) Aromovitch SA, Wilber M, Slezak S, et al. (1999) : A comparative study of an alternating air mattress for the prevention of pressure ulcers in surgical patients, *Ostomy Wound Manage*, 45 (3), 34-40,42-44.
- 9) Hashimoto M, Kurose T, Kawamata S. (2008) : Comparison between a weight compression and a magnet compression for experimental pressure ulcers in the rat. *Histological studies and effects of anesthesia*, *Arch Histol Cytol*, 71 (5), 303-316, doi : 10.1679/aohc.71.303.
- 10) Kawai S, Takagi Y, Kaneko S. et al. (2011) : Effect of Three Types of Mixed Anesthetic Agents Alternate to Ketamine in Mice. *Exp Anim*. 60 (5), 481-487.
- 11) 日本褥瘡学会 用語検討委員会 (2010) : 日本褥瘡学会で使用する用語の定義・解説, 褥瘡会誌, 12 (4), 544-546.
- 12) Xu H, Wang Y, Takashi E, et al. (2021) : Predicting the different progressions of early pressure injury by ultraviolet photography in rat models. *Int Wound J*. in press. doi : 10.1111/iwj.13681.
- 13) 浜岡隆文, 岩根久夫 (1994) : 近赤外光を用いた運動中の筋組織の酸素動態, *BME*, 8, 11.
- 14) 仲上豪二郎 (2013) : 新しい褥瘡発生メカニズムの考え方. *MB Med Reha*, 159, 5-11.
- 15) 日本褥瘡学会 (2009) : 褥瘡予防・管理ガイドライン (初版), 18-19, 照林社.
- 16) Lampe KJ, Namba RM, Silverman TR, et al. (2009) : Impact of Lactic Acid on Cell Proliferation and Free Radical Induced Cell Death in Monolayer Cultures of Neural Precursor Cells, *Biotechnol Bioeng*, 103 (6), 1214-1223. doi : 10.1002/bit.22352.
- 17) 税所芳史, 島田朗. (2019) : 乳酸アシドーシス, 日本医事新報, 4961, 47.
- 18) Stücker M, Struk A, Altmeyer P, et al. (2002) : The cutaneous uptake of atmospheric oxygen contributes significantly to the oxygen supply of human dermis and epidermis, *Journal of Physiology*, 538 (3), 985-994. doi : 10.1113/jphysiol.2001.013067.
- 19) Chandan K. (2009) : Would Healing Essentials : Let There Be Oxygen. *Wound Repair Regen*, 17 (1), 1-18.
- 20) 荒井 俊之 (2011) : 酸素 (ラジカル) - 一重項酸素と細胞傷害について - *Medical Gases*, 13 (1), 27-32.
- 21) 峰松健夫, 山本裕子, 長瀬敬, 他 (2011) : 皮膚浸軟における組織構造とバリア機能の変化, 日本創傷・オストミー・失禁管理学会誌, 15 (4), 278-281.

Preventive effect of topical oxygen supply on skin pressure injury

Akio Kamijo, Shiori Takizawa¹⁾, En Takashi, Jian Lu²⁾, Lan Zhang²⁾, Daiji Miura,
Akio Kitayama, Sachie Morikami³⁾

Abstract

Pressure injuries consist of redness, ulceration and wounds caused by the obstruction of blood flow due to sustained mechanical load and the deformation of soft tissue. One mechanism of pressure injuries is a lack of oxygen and nutrition supply due to the blocking of peripheral blood flows. Skin cells can absorb oxygen from the air; therefore, it is considered that a preventive effect on the development of pressure injuries can be obtained by supplying oxygen topically to the compressed area. In this study, we discuss pressure injury prevention via the supply of oxygen (room air or 100% oxygen) to the compressed skin of a hairless rat for the purpose of preventing a lack of oxygen in the skin cells.

As a result, the area of redness and incidence rate of pressure ulcers in the compressed areas were smaller in the room air group and 100% oxygen group, when compared to a control group. In particular, in the 100% oxygen group, there was no ulcer incidence and the period of sustained skin redness was shorter.

Although it is reported that excessive oxygen supply produces a toxic effect on human cells, the pure oxygen group showed the most effective results in the present study. If posture is to be fixed for a long time, e.g. for an operation, topical oxygen supply to the compressed skin area may be effective. We hope to discuss the most effective oxygen concentration and clinical application in a future study.