

氏名	かじたに りゅうじ 梶谷 竜路		
学位の種類	博士（医学）		
報告番号	甲第 1952 号		
学位授与の日付	令和 4 年 9 月 13 日		
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項該当（課程博士）		
学位論文題目	Intraoperative pressure monitoring of the lower leg for preventing compression-related complications associated with the lithotomy position (碎石位における圧関連合併症の予防のための術中下肢圧モニタリング)		
論文審査委員	(主査) 福岡大学	教授	秋吉 浩三郎
	(副査) 福岡大学	教授	宮本 新吾
	福岡大学	講師	篠田 康晴

内容の要旨

【目的】

碎石位に関連した重要な合併症としてコンパートメント症候群や腓骨神経麻痺などがある。これらの合併症の原因として様々な要因が挙げられているが、脚の固定器具による下腿の一部への過度の圧迫が原因の一つと考えられている。しかし、手術中に下腿に過度な圧がかかっているかどうかはドレープなどで直接的な観察が困難である。このため今研究では手術中の下腿に対する外的な圧力をリアルタイムでモニタリングすることにより、下腿の過剰な圧上昇のリスクファクターを同定し、ひいては下腿の圧関連合併症を予防する可能性について検討したため報告する。

【対象と方法】

2019年6月から2020年12月の間に当院で腹腔鏡下に行ったS状結腸癌、直腸癌の106例の患者を対象とした。碎石位時に使用する下腿保持器に圧センサー(ソフトビジョン)を敷き、リアルタイムに圧測定を行った。下腿を外側上、内側上、外側下、内側下の4つの部位に分け1時間毎に部位別に圧の最高値を記録した(定時)。体位を変えた際にも同様に記録した(体位変換時)。また圧を記録する場合にはその時の体位の詳細(頭低位、下腿挙上、右下の傾きの角度)についても記載し、下腿への圧が50mmHgを超えた場合には適宜除圧し除圧後の圧の変化についても記録した。

【結果】

男性 71 例、女性 35 例、年齢中央値は 65.0 歳、体重、BMI の中央値は 63.0kg、23.3 であった。106 例中、腹腔鏡手術が 56 例、ロボット手術が 38 例、下腿を大きく挙上する経会陰(経肛門)内視鏡アプローチ併用腹腔鏡手術が 12 例であった。

トータルで 1125 ポイントの圧を測定した。その内定時は 620 回、体位変換時は 505 回であった。圧の中央値は右足の外側上で 36mmHg、左足の外側上で 32mmHg、右足の内側上で 27mmHg、左足の内側上で 29mmHg であった。

(i) 下腿圧上昇の因子

患者因子としては男性で、体重が重く、BMI が高い、また下腿径が太いと圧が上昇する傾向を認めた。体位との関係では、4 つの部位でそれぞれ異なった結果となった。中等度(10 - 20°)の頭低位では全領域で圧が上昇する傾向にあり、右への傾斜や下腿挙上については部位によって圧の変化が異なっていた。

(ii) 下腿圧が 50mmHg を超える関連因子

多変量解析では体重、大きな下腿挙上(60°以上)、中等度(10 - 20°)の頭低位が独立した関連因子として同定された。

(iii) 下腿の除圧の効果

下腿圧が 50mmHg を超えた 278 ポイントの内、除圧を行うことができた 124 ポイント(44.6%)の圧の変化を検討した。下腿を除圧することで平均の下腿圧は 60.8mmHg から 41.2mmHg へ減少していた。除圧する事ですべてのポイントで下腿圧を減少させることができた。

(iv) 術後の合併症について

術後の Clavien-Dindo grade II 以上の合併症は認めなかった。さらに当院でのモニタリングを行う以前の 5 年間では、圧関連の合併症(実際に術後コンパートメント症候群や神経麻痺と診断された症例)は 3368 例中 7 例に認めた。しかし、2017 年以降、圧モニタリングを行いながら除圧を適宜行った 534 例では現在まで圧関連の合併症は起きていない。

【結論】

術中の下腿圧について重要な発見があった。①下腿の圧上昇は体位変換時だけでなくいつでも自然に起こりうる ②下腿の除圧は有効であった ③下腿圧が上昇する様々なリスク因子を同定した ④下腿圧のモニタリングが圧関連合併症の予防につながる可能性がある、ということである。今後ともさらなる大規模での前向きなデータ収集が必要である。

審査の結果の要旨

碎石位は大腸外科にて頻用される体位であるが、固定器具の下腿接触面にかかる圧の不均衡による重篤な合併症（コンパートメント症候群や腓骨神経麻痺）を起こすことがあることが知られている。術中はドレープで下腿の観察ができず、下腿の状態の把握は困難である。そこで本研究では、固定具から下腿にかかる圧（以下、下腿圧）を持続的に測定することで、固定器内での位置のズレなどにより下腿圧が部分的に上昇するリスク因子を同定し、また圧上昇時に除圧を行うことが圧関連合併症予防に繋がるかを検討した。

腹腔鏡下左側大腸手術を行った106例の検討にて、下腿の遠位部には圧がかかっておらず、右外側近位部の圧が最も高かった。圧上昇の独立したリスク因子として、体重・10～20°の頭低位・50°以上の下肢挙上が同定された。また圧が閾値（50mmHg）を超えたのは、全測定ポイントの24.7%であったが、下腿位置の再調整により約20mmHg減圧された。モニタリング導入後に圧関連合併症の発症はなく、その有用性を示唆するものと考えられた。

本論文の斬新さ、重要性、研究方法の正確性、表現の明確さ、主な質疑応答は以下のとおりである。

1. 斬新さ

圧センサーを使用することで、下肢保持器内での下腿のずれや体圧の上昇を感知し、除圧することができる。碎石位手術患者において、圧センサーを用いて術中の体圧変化を測定した報告は稀であり、斬新な研究であると判断できる。

2. 重要性

本研究は、非侵襲的な体圧センサーを用いるという新しい方法でコンパートメント症候群や腓骨神経麻痺など、碎石位における圧関連合併症の予防に取り組んだものである。これらの圧関連合併症は比較的稀ではあるが、発症すると患者のQOLを大きく損なうため、その重要性は高いと判断できる。

3. 研究方法の正確性

研究デザインや手法については福岡大学の倫理審査委員会で承認を得ており、十分な正確性が担保されている。

4. 表現の明確さ

研究の目的、方法、対象、結果、考察ともに十分検討し、明確な英語表記で記載された論文である。更に既に英文誌であるSurgical Endoscopyに掲載されていることから、表現

の明確さが担保されていると判断できる。

5. 主な質疑応答

Q1：深部静脈血栓症予防に用いられる間欠的空気圧ポンプの使用は、体圧とどのような関係があるのか？

今回の論文で引用した文献では、間欠的空気圧ポンプの使用で筋肉内の圧が下がったとの報告もあるが、コンパートメント症候群のリスクとも言われており一定の見解はない。

Q2：今回除圧する閾値として下腿圧 50mmHg を設定しているが、その値の妥当性はどうか？
今まで同様の報告がなく、また圧迫による圧と筋肉内のコンパートメント圧を実際に比較した報告がないため、閾値として妥当かどうか答えることは難しい。

Q3：仰臥位にした際の圧はどのくらいになるのか？

測定したことがないため正確には答えられないが、下腿との設置面積が広くなれば、圧が分散するため、砕石位での下腿圧の平均値より下がることは十分に考えられる。

Q4：今回測定した外的な圧と筋肉内の圧の相関を示すデータはあるのか？

本研究では検討できていない。また過去にも同様な報告がないため正確な数値としてのデータはない。

Q5：下腿圧は除圧すれば一旦下がるが、また自然に上昇するのか？

定時的な測定でも上がっているため、自然に下腿がずれて上がることもある。

Q6：血栓との関係や、薬でコンパートメント症候群の予防に繋がるものはあるか？

血栓と下腿圧との関連はないと思われるが、血管疾患の既往はコンパートメント症候群のリスクとも言われている。薬剤などによる発症予防については、今回検索した範囲では報告はなかった。

Q7：外的な圧と下腿内の組織の圧に関連性があるのか？

外からの圧により、組織内の圧が上がるとの報告はあるが、実際の数値としてのデータはない。今回のモニタリングを使用し下腿圧を測定しながら、実際に筋肉内に穿刺しデータを取れば関連性が明確になる可能性はある。

Q8：50mmHg の圧の設定が妥当なのか？

報告がなく、妥当であるかどうかの判断は難しい。現在は 50mmHg という数値を設定して圧関連合併症の発生の有無をみているが、これまでのところ、合併症は発生していない。今後も継続して行っていくことで、実際にこの圧設定が有効であるかどうか確認したい。

Q9：今回は圧の最高値を測定しているが、徐々に圧が上がり、除圧により圧が下がるという事で、いつの圧が正確であるのか判断が難しいのではないか？
本来であれば、圧のかかる部位、面積、時間についてもより詳細に検討すべきであるが、本研究ではそこまで検討は出来ていない。

Q10：本方法のような圧測定ができない病院ではどうすべきか？
今まで行っている予防法（除圧や、体の位置のズレを防止する策、固定器具の設置の見直し）の徹底に加えて、今回の検討で明らかになった圧がかかる部位、下腿圧が高くなるリスクや体位について、より一層注意を払うことが重要である。またどのように除圧すれば減圧に繋がるか、ということも明らかになった。適切な除圧方法を指導することも重要と考える。

Q11：従来行われている3時間毎の除圧行為については妥当と考えるか？
今回、1時間毎に測定した下腿圧では、約25%程度は50mmHgを超える結果になった。もう少し頻回に除圧行為をした方が良いと考えている。

Q12：今後の研究の展望は？
今回、下腿の遠位側には圧がかからないことが明らかになったため、遠位側まで全体的に圧がかかり分散されるような下肢保持器があれば圧関連合併症の低減につながる可能性がある。より合併症を起こさない新しい下肢保持器を検討したい。

本論文は砕石位での手術時に下腿にかかる圧を持続的測定しモニタリングを行った初の研究である。内容の斬新さ、重要性、研究方法の正確性、表現の明確さ及び主な質疑応答の内容の結果を踏まえ、学位論文に値し、学位申請者についても学位授与に値すると評価された。