

【原 著】 産業動物

結腸捻転発症馬の予後および短期生存率に影響を与える要因

宮越 大輔^{1)*} 水口 悠也¹⁾ 池田 寛樹¹⁾

1) 日高軽種馬農業協同組合 (〒056-0002 日高郡新ひだか町静内神森175-2)

*現所属：みなみ北海道農業共済組合 家畜高度医療センター (〒059-3105 日高郡新ひだか町三石東蓬萊200)

要 約

結腸捻転発症馬の開腹手術成績および短期生存率に関係する要因について調査した。調査対象馬は急性腹症により開腹手術を実施し、結腸捻転と診断された47例とした。47例中37例 (78.7%) が開腹手術後に無事に退院した。8例 (17.0%) は手術中に安楽殺処置、2例 (4.3%) は手術後に死亡もしくは安楽殺処置となった。死亡または安楽殺となった症例は退院した症例に比較して、有意に術前の赤血球容積率、手術時に採取した腹水中の乳酸値が高い値を示した。本調査の結果、結腸捻転発症馬に対する開腹手術成績は良好であることが示された。また、術前の赤血球容積率および手術時の腹水中乳酸値は、手術成績と関連性が認められ、予後診断の際の指標として有用であることが確認された。

キーワード：馬、疝痛、結腸捻転、開腹手術、手術成績

-----北獣会誌 64, 2~8 (2020)

日本国内において馬の疝痛は主要な死亡要因の1つであると報告されている^[1]。馬の結腸捻転は最も疼痛が強く、生命を脅かす危険性の高い疾患の1つであり、外科手術の必要な緊急症例である^[2]。結腸捻転は疼痛により実施される開腹手術の10~20%を占めると報告されている^[3]。結腸捻転発症馬に対する開腹手術による救命率は50~70%との報告がある一方で^[3-6]、84~88%と高い救命率が得られている報告もある^[7,8]。結腸捻転発症馬に対する開腹手術の予後は、結腸の虚血の程度と経過時間に関係すると報告されており^[9,10]、予後への影響要因としては術前の心拍数、体温、赤血球容積率 (PCV)、血中乳酸値 (BL) が予後判定の指標となり得ると報告されている^[4,7]。誘発リスクとして分娩、飼料の変更、青草の生い茂る放牧地への放牧などがあげられており^[2]、分娩後の繁殖雌馬において高い発生率が認められ^[11]、生産地における主要な繁殖雌馬の死亡原因の1つだと考えられている。大結腸切除術は、結腸捻転による重度のエンドトキセミアおよび結腸の虚血性壊死症例に対して実施される救命手術の1つであり、その救命率は49~79%と報告されている^[12-15]。現在、国内の

主要なサラブレッド生産地域である日高管内においては、結腸捻転に対する開腹手術は一般的だと考えられるが、詳細な手術成績についての情報は限られている。本研究の目的は、結腸捻転発症馬の手術成績と予後に関連する要因を明らかにすることである。

材料および方法

調査対象：2010年5月~2017年10月までの期間に、日高軽種馬農業協同組合静内診療所エクアインメディカルセンターにて、疝痛のため開腹手術を実施し、開腹手術により結腸捻転と診断され、医療記録が残存していた症例を調査対象とした。本調査では既報^[8]に従い、開腹手術により結腸が270°以上捻転しているものを結腸捻転と定義した。

手術方法および術後治療：手術はイソフルラン吸入麻酔による全身麻酔下で実施した。手術方法は正中切開を実施し、大結腸の捻転を整復後にすべての症例で大結腸切開術を実施した。大結腸切開術は成書^[15]の記載に従い、結腸台を両後肢の間に置き、骨盤曲を結腸台の上に露出した後に骨盤曲を切開して、腸内容の排出および腸管内

連絡責任者：宮越 大輔 みなみ北海道農業共済組合 家畜高度医療センター
〒059-3105 日高郡新ひだか町三石東蓬萊200

TEL : 0146-32-3111 FAX : 0146-37-2005 E-mail : miyakosi_daisuke@minami-hkd-nosai.or.jp

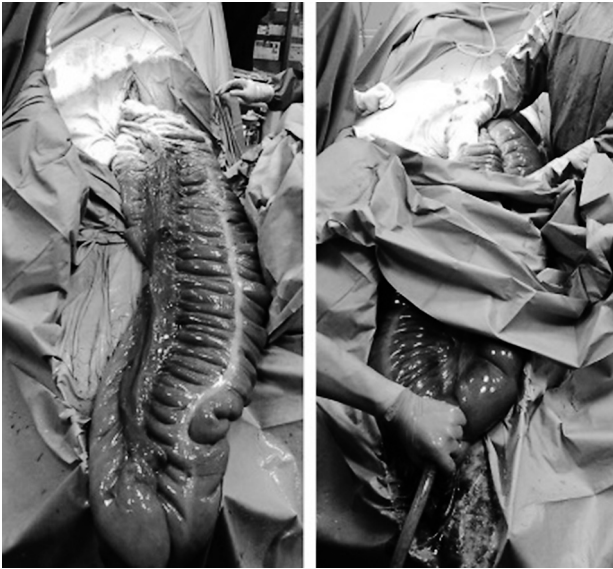


図1. 大結腸切開術の様子

大結腸を体外に露出(左)した後、大結腸切開術を実施して腸内容を排出(右)する

の洗浄を実施した(図1)。大結腸捻転の整復後に、漿膜の色調、結腸切開部粘膜の色調、結腸の運動性、結腸壁の厚さ、結腸動脈の拍動を判断材料とし、結腸の生存性を評価した。生存性評価に基づき、大結腸切開術のみ実施して閉腹、大結腸切除術の実施、もしくは安楽殺を決定した。大結腸切除術は成書^[15]およびPezzaniteとHackett^[16]の記載を参考にして実施した。すなわち、結腸内容を排出した後、盲結腸ヒダから10 cm 遠位を切除箇所とし、大結腸切除術を実施し、腹側結腸と背側結腸を端端吻合にて縫合した。結腸の端端吻合は、合成吸収糸(0号バイクリル:エチコン、米国)を用いて、まず、単純連続縫合による全層縫合を実施し、次いでCushing縫合により2層目の縫合を実施した(図2)。大結腸切



図2. 大結腸切除術の様子

盲結腸ヒダから10 cmの部位で大結腸を切除(左)した後の吻合後の様子(右)

除術を実施した馬では腹腔ドレーンを留置した。術後の治療は患馬の状態に基づき実施した。患馬は手術日からゲンタマイシン(GENTAMAX:Ceva、豪国)6.6 mg/kg 静脈内投与s.i.d、セファゾリン(セファゾリンナトリウム注射用:日医工、富山)12.5 mg/kg 静脈内投与b.i.d、およびフルニキシメグルミン(バナミン注射液5%:DSファーマアニマルヘルス、大阪)0.5 mg/kg 静脈内投与b.i.dを退院時まで投与した。退院後には各担当獣医師により抗生剤の投与を少なくとも術後7日目まで継続した。手術後、すべての馬で持続点滴による輸液を実施した。大結腸切除術を実施した症例では、留置した腹腔ドレーンより手術翌日から1日2回の腹腔内洗浄を実施した。

調査項目: 調査項目は年齢、性別、手術前の体温、心拍数、PCV、BL、腹水中乳酸値(PFL)、血中総蛋白質濃度(TP)、痙痛発見から開腹手術までの時間、手術方法(大結腸切開術ないし大結腸切除術)であった。手術前の体温および心拍数は診療所到着時に測定した。PCVおよびBLは来院時に頸静脈より採取したヘパリン血で測定した。腹水は開腹手術時に腹膜切開直後にシリンジにて回収したものをサンプルとした。PCVの測定はマイクロヘマトクリット法を用いて行った。BLおよびPFLの測定には乳酸測定器(ラクテート・プロTM2 LT 1730:アークレイ、京都)を使用した。痙痛発見から開腹手術までの時間は、牧場における痙痛発見時から診療所において全身麻酔導入時までの時間を算出した。

成績の調査方法: 短期生存とは診療所より退院したものと定義し^[14]、本調査においては、無事に診療所より退院した症例を短期生存群とした。手術中、手術後、入院中に死亡もしくは安楽殺となった症例を短期死亡群と定義した。

統計処理: 統計処理は統計解析ソフト(JMP version 7.0:SAS、米国)を用いて実施した。各調査項目(年齢、性別、手術前の体温、心拍数、PCV、BL、PFL、TP、痙痛発見から開腹手術までの時間)と短期生存の関連性について統計解析を実施した。それぞれの調査項目は短期生存群および短期死亡群の2群間において統計解析を実施した。統計にはウィルコクソンの順位和検定を用いて $p<0.05$ を有意差ありとした。

成 績

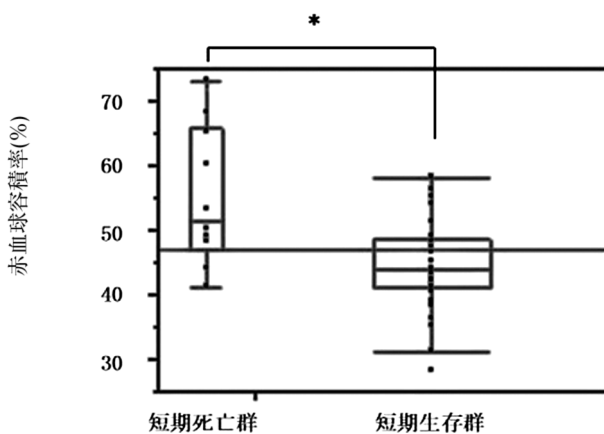
47例のサラブレッド種が本調査の調査対象となった。調査対象馬の平均年齢は9.0歳齢(0~21歳齢)であった。47例中46例は雌馬であり、1例は雄馬であった。

雌馬46例中6例は育成馬であり、40例は繁殖雌馬であった。47例中5例は大結腸胸骨曲あるいは横隔曲で捻転しており、残りの42例は盲結腸ヒダより近位で捻転していた。手術前の体温は10例で記録されており、平均体温は38.3℃(37.8~38.6℃)であった。手術前の心拍数は18例で記録されており、平均心拍数は58回/分(30~120回/分)であった。PCVは46例で記録があり、平均値は46.9%(28.0~73.0%)であった。BLは42例、PFLは40例で記録があり、それぞれ平均値は2.6 mmol/l(0.8~8.4 mmol/l)、7.5 mmol/l(0.8~21.7 mmol/l)であった。TPは20例で記録があり、平均6.3 g/dl(5.5~6.9 g/dl)であった。痙痛発見から開腹手術までの時間は40例で記録されており、平均時間は246分であった(60~720分)。

短期生存率：本調査では結腸捻転のため開腹手術を実施した47例中37例が無事に退院し、短期生存率は78.7%であった。47例中8例は手術中に安楽殺を実施し、術中死

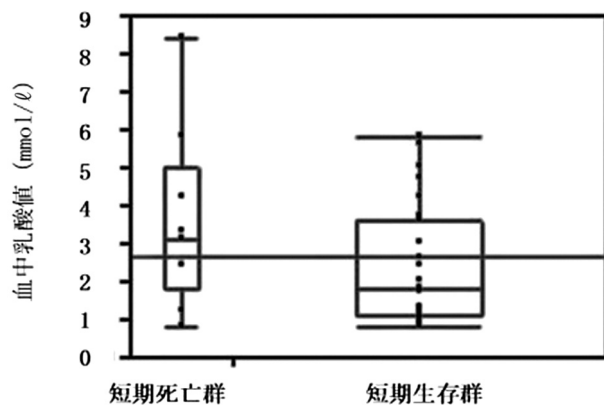
亡率は17.0%(8/47)であった。安楽殺を実施した8例中2例は開腹時にすでに腸管破裂が認められたため、予後不良と判断した。3例は全身状態の悪化による予後不良と判断した。3例は結腸捻転整復後に結腸の生存性評価の結果、大結腸切除術が必要と判断したが、畜主との協議の結果、大結腸切除術を実施せず安楽殺を選択した。手術を最後まで実施した39例中2例は、手術後に死亡もしくは全身状態の悪化に伴い安楽殺となり退院できなかった。術中死亡を含めた短期死亡群は21.3%(10/47)であった。

術式：最後まで手術を行った39例すべてで結腸捻転を整復した。そのうち36例では大結腸切開術のみを実施し、3例(7.7%、3/39)では大結腸切除術を実施した。大結腸切開術のみを実施した36例中34例(94.4%)は無事に退院した。大結腸切除術を実施した3例中3例(100%)は無事に退院した。



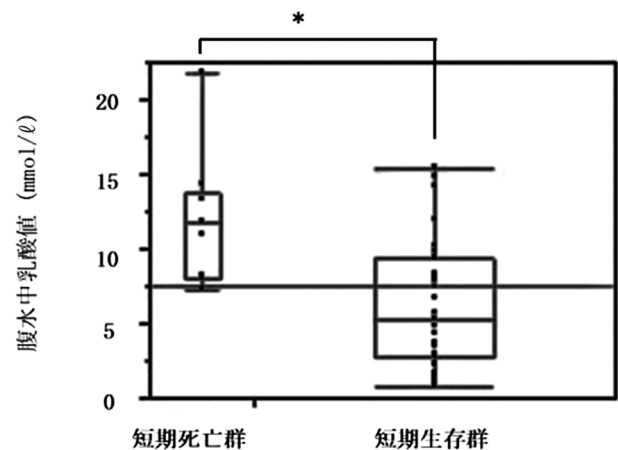
* 両群間に有意差あり ($p = 0.0339$)

図3 A. 短期生存群と短期死亡群における赤血球容積率



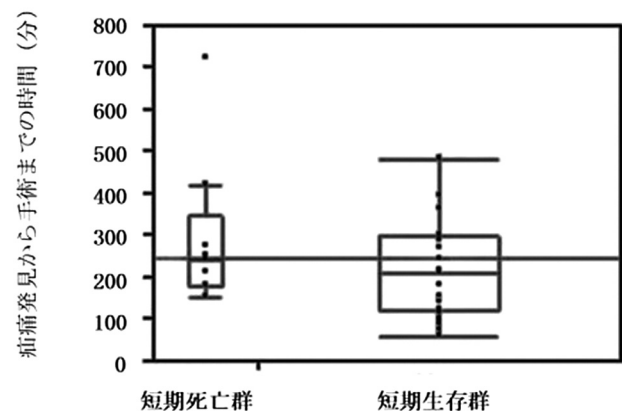
両群間に有意差なし ($p = 0.0632$)

図3 B. 短期生存群と短期死亡群における血中乳酸値



* 両群間に有意差あり ($p = 0.0089$)

図3 C. 短期生存群と短期死亡群における腹水中乳酸値



両群間に有意差なし ($p = 0.7085$)

図3 D. 短期生存群と短期死亡群における痙痛発見から手術までの時間

各調査項目と短期生存の関係：年齢は、中央値（四分位範囲）で示すと短期生存群で8（6）歳齡、短期死亡群で10（8.25）歳齡であり、群間に有意な差は認められなかった。症例の性別については雄馬が1例、雌馬が46例であり、偏りが大きいため短期生存との関連について解析できなかった。手術前の体温、心拍数およびTPはそれぞれ測定頭数が10頭、18頭および20頭であり、測定頭数が少ないため短期生存率との関連性について調査できなかった。術前のPCVは46例で記録があり、中央値（四分位範囲）で示すと短期生存群で44.0（7.7）%、短期死亡群で51.5（18.75）%であり、群間に有意差が認められた（ $p=0.0339$ ）（図3A）。BLは42例で記録があり、中央値（四分位範囲）で示すと短期生存群で1.8（2.5）mmol/l、短期死亡群で3.1（3.2）mmol/lであり、群間に有意差は認められなかった（ $p=0.0632$ ）（図3B）。PFLは40例で記録があり、短期生存群で5.3（6.7）mmol/l、短期死亡群で11.7（5.65）mmol/lであり、短期生存群では短期死亡群に比較し有意に低い値となった（ $p=0.0089$ ）（図3C）。痙攣発見から開腹手術までの時間は、中央値（四分位範囲）で示すと短期生存群で210（180）分、短期死亡群で240（165）分であり、両群間に統計的な有意差は認められなかった（ $p=0.7085$ ）（図3D）。

考 察

本調査における短期生存率は78.7%であった。この値は84%^[7]および88%^[8]の高い生存率を示した2本の既報に比較するとやや低いものの、他のいくつかの論文で示された50～70%の生存率と比較すると高い値を示したと考えられる^[3-6]。これまでにサラブレッド種では他の品種の馬に比較し、結腸捻転症例の開腹手術における短期生存率が高いこと^[3]に加え、ドラフトホースおよびフリージア種の馬では他の馬に比較し、結腸捻転症例の開腹手術における短期生存率が低いことが報告されている^[4]。本研究の短期生存率が一部の既報に対して高い値を示した理由の1つとして、すべての症例がサラブレッド種であったことがあげられる。短期生存率が88%と高い値を示したHackettら^[8]らの報告では、調査対象は2歳齡以上のサラブレッド雌馬のみであり、サラブレッド生産地域（ケンタッキー州、米国）における報告であった。この報告^[8]では、搬入される繁殖雌馬は手術施設から48～64 km圏内であり、このため痙攣発見から手術までの時間が短く、良好な短期生存率を得ることができたと考察されている。過去の報告においても馬生産地域の手術施設では、結腸捻転症例に占める繁殖雌馬

の割合が高く、痙攣症状発見から手術施設搬入までの時間が短いことが示されている^[17]。このような背景から馬生産地域における手術施設では、結腸捻転症例の生存率が高い値を示し、本研究においても結腸捻転症例の短期生存率が高い値を示した理由になり得ると考えられた。

Van der Lindenら^[18]の報告では、痙攣による開腹手術実施馬における死亡症例の40～55%が術中死もしくは術中安楽殺であり、手術中の死亡症例が多く認められることを示している。また、開腹手術実施馬全体においても、術中死もしくは術中安楽殺は26～27%を占めると報告されている^[18,19]。本調査における術中死および術中安楽殺は全体の17%を占めており、短期死亡群の67%（8/12）を占め、これまでの報告とはほぼ同等の割合を示している。本研究では既報^[6,20]と同様に、術中安楽殺症例についても短期死亡群に含めて解析を実施した。このような解析を実施することでより臨床的な数字を示すことができると考えられている^[6]。

成書^[15]の記載では、結腸捻転に対する一般的な治療方法は、開腹手術をして結腸捻転を整復するとされており、近年の報告においてもこの手技がもっとも広く用いられている^[8]。また、米国外科専門医に対する調査では、結腸捻転に対する基本的な治療方法として、開腹手術をして結腸捻転を整復のみするが28%に対し、結腸捻転の整復に加え、大結腸骨盤曲の切開が63%であった^[21]。今回の調査では、結腸捻転症例に対しては単純な結腸整復術のみを選択することはなく、すべての症例で捻転した結腸の整復とともに大結腸切開術を実施し、必要に応じて大結腸切除術を実施した。大結腸切開術を実施している理由を以下に示す。まず、結腸捻転症例では捻転を整復する際に結腸破裂および穿孔のリスクがあり、それに加えて、結腸内容を骨盤曲の切開創から排出することで捻転の整復が容易になる^[2]。今回の調査では、医原性の結腸破裂および穿孔は認められず、全ての症例で安全に結腸捻転を整復することが可能であったことから、捻転整復前の大結腸切開術は結腸捻転を安全に整復するために有用であると考えている。大結腸切除術は結腸捻転症例においては、結腸捻転の再発予防のため、もしくは壊死組織の減量を行うことで手術後のエンドトキセミアを軽減することが目的と考えられている^[14]。大結腸切除術では80%以上の結腸を切除すること、盲結腸ヒダ付近での切除・縫合を実施することが推奨されている^[12]。Ellisらは73例の結腸捻転症例に対する大結腸切除術を実施し、74%の短期生存率であり、痙攣発見時から搬入までの平均時間は4時間であった^[14]。Driscoll

らは34例の結腸捻転症例に対して大結腸切除術を実施し、47%の短期生存率を示し、痙痛発見時から搬入までの時間の中央値は7時間であった^[13]。Suthersら^[6]の報告では結腸捻転症例全体のうち、大結腸切除術の実施率は1.7%であった。米国外科専門医151名への調査^[21]では、結腸捻転症例全体のうち大結腸切除術の実施率は、10%以下が48%、10~20%が19%、25~50%が8%、50%以上が2%であり、全ての症例で実施する専門医が1名、全く実施しない専門医が23%であった^[21]。本調査における大結腸切除術の実施率は6.5% (3/46)であり、高い値とは考えられない。これは本研究がサラブレッド生産地で実施されており、痙痛の早期発見および早期外科介入が行われている。それに加え、一部の結腸切除術は結腸捻転の再発防止として実施されている^[21]のに対して、本研究では結腸の生存性評価に基づき実施しているためだと推察される。今回の調査における短期生存率は100% (3/3)であり、過去の報告に対して高い値を示した。しかしながら、Driscollら^[13]およびEllisら^[14]の報告では、それぞれ34例および73例の結腸捻転症例における結腸切除術の短期生存率を示しており、本研究に比較し症例数が著しく多いため、短期生存率を直接比較することは困難である。今回の調査では結腸の生存性を評価する方法として、粘膜の色調、出血、腸管の蠕動そして結腸動脈の拍動を用いて評価した。これらの評価材料は容易に判断でき、多くの外科医が臨床的に使用している^[21]が、明確な手術判断基準とするのは難しい。これまでの報告においても結腸の生存性を評価する明確な指針がないことが問題点として指摘されている^[3,14]。Leviら^[22]の報告では、結腸捻転発症馬における大結腸骨盤曲パイオプシー材料からの短期生存の予測に疑問が示されている。一方、Gonzalezら^[3]の報告では、大結腸骨盤曲から採材した材料で病理組織検査を実施することで短期生存率を予測できる可能性が示されており、結腸の病理組織検査は結腸生存性の診断に有用だと考えられる。

これまでに手術前のPCVが50%以上、体温が38.9℃以上、心拍数が80回/分以上が手術後の死亡率を上昇させるリスク要因であることが報告されている^[6,12]。結腸切除術を実施した症例では手術前もしくは手術中のPCVが50%を超え、TPの低下が認められた場合は、術後の成績は良好ではないことが報告されている^[16]。近年の報告においても、結腸捻転症例馬において来院時のPCVが46%より高い馬では、46%以下の馬に比較し有意に予後が悪いことが示されている^[8]。今回の研究に

においても、短期生存群のPCVは短期死亡群に比較し有意に低い値を示し、来院時のPCVは現状においても有用な予後指標となり得ると考えられた。また、Johnstonら^[7]の報告では、来院時のBLが手術後の生存と強い相関があると報告している。この報告では、手術前のBLが6.0 mmol/l未満の症例では感度84%、特異度83%で生存可能であると示されている^[7]。また同様に、来院時のBLが痙痛発症馬において、非生存群では生存群に比較し有意に高い値を示すことが報告されている^[20]。今回の調査では、手術前のBLと短期生存率の間に関連性は認められなかった。この要因の1つとしては、本調査では症例数が47例と少なく、サンプル数が不足している可能性が考えられた。今後症例を重ね、再検討の必要があると考えられた。PFLは馬の痙痛時における腸管の虚血を表すマーカーとして近年注目されている^[20]。Boomら^[20]は、痙痛発症馬のPFLは非生存馬群では生存馬群に比較し有意に高い値を示すことを報告しており、結腸捻転症例のみを調査対象とした本研究と同様の結果を示している。しかしながらBoomら^[20]の報告では、PFLが9.4 mmol/lよりも高い値を示す馬では生存馬がいなかったが、本研究ではPFLが15.4 mmol/lを示した症例が生存している。この違いはBoomら^[20]の報告ではダッチウォームブラッド種が最も多く、次いでフリージアン種が多い。これに比較し本研究では、すべての症例がサラブレッド種であり、PFLの上昇の程度と生存は品種によって異なる可能性が考えられる。虚血状態の結腸より腹水中に乳酸が放出され、腹水中の乳酸が吸収されることでBLが上昇すると考えられており^[20]、そのような仮説に基づくとPFLはBLに比較し、より結腸の虚血状態を鋭敏に表していると推察できる。本研究ではBLは群間で有意差が認められなかったものの、PFLでは群間に有意差が認められたと考えられた。

過去の報告において、馬の結腸捻転では早期外科治療が良好な生存率と関連性が認められると記載されている^[23]。また、多くの米国外科専門医も早期外科介入が最も結腸捻転症例の生存に影響を与える要因であると考えている^[21]。近年、Hackettら^[8]の報告では、2次診療施設搬入までの痙痛時間が2時間未満の繁殖雌馬に比較し、2~4時間の繁殖雌馬では3倍、4時間以上の繁殖雌馬では12倍生存できない可能性が高くなる。このような結果から、結腸捻転発症馬では早期の外科的介入が重要であると考えられる。また、開腹手術による治療が必要な症例では、早期の外科介入が良好な予後につながることを報告されている^[18,19]。さらに、結腸捻転症例

116例について調査を行ったSuthersら^[6]報告では、疝痛の発見から搬入までの時間の中央値が10時間、短期生存率は54.3%であった。本研究では、疝痛発見から開腹手術までの時間は中央値（四分位範囲）で示すと、短期生存群で210（180）分、短期死亡群で240（165）分であり、それぞれの群間で有意差は認められなかった。本調査では生存群であっても疝痛発見から手術開始までの時間の中央値が約210分であり、Hackettら^[8]の報告結果から推察すると、今後、開腹手術開始までの疝痛時間を短縮することで手術成績を向上する可能性があると考えられた。また、本研究がSuthersら^[6]の報告に比較し良好な短期生存率を得られた理由としては、Suthersら^[6]の報告では疝痛発見から搬入までの時間の中央値が10時間であったのに対して、本研究では240分であったことが考えられる。

今回の研究の結果より、結腸捻転発症馬に対する開腹手術成績は良好であることが示された。また、予後と手術前のPCVおよび手術時のPFLの間に関連性が認められたことから、PCVおよびPFLが結腸捻転発症馬の予後診断における指標の1つとして有用であることが示された。

引用文献

- [1] Higuchi T: A retrospective survey of equine acute abdomen in a breeding region of Japan based on agricultural mutual relief insurance data, *J Equine Sci*, 17 17-22 (2006)
- [2] Hardy J: Specific diseases of the ascending colon, *The Equine Acute Abdomen*, Blikslager AT et al eds, 3rd ed, 748-774, John Wiley & Sons, Inc, New Jersey (2017)
- [3] Gonzalez L M, Fogle CA, Baker WT, Hughes FE, Law JM, Motsinger-Reif AA, Blikslager AT: Operative factors associated with short-term outcome in horses with large colon volvulus: 47 cases from 2006 to 2013, *Equine Vet J*, 47, 279-284 (2015)
- [4] Kelleher ME, Brosnan RJ, Kass PH, le Jeune SS: Use of physiologic and arterial blood gas variables to predict short-term survival in horses with large colon volvulus, *Vet Surg*, 42, 107-113 (2013)
- [5] Sheats M K, Cook VL, Jones SL, Blikslager AT, Pease A P: Use of ultrasound to evaluate outcome following colic surgery for equine large colon volvulus, *Equine Vet J*, 42, 47-52 (2010)
- [6] Suthers JM, Pinchbeck GL, Proudman CJ, Archer DC: Survival of horses following strangulating large colon volvulus, *Equine Vet J*, 45, 219-223 (2013)
- [7] Johnston K, Holcombe SJ, Hauptman JG: Plasma lactate as a predictor of colonic viability and survival after 360 volvulus of the ascending colon in horses. *Vet Surg*, 36, 563-567 (2007)
- [8] Hackett ES, Embertson RM, Hopper SA, Woodie JB, Ruggles AJ: Duration of disease influences survival to discharge of Thoroughbred mares with surgically treated large colon volvulus, *Equine Vet J*, 47, 650-654 (2015)
- [9] Harrison IW: Equine large intestinal volvulus; A review of 124 cases, *Vet Surg*, 17, 77-81 (1988)
- [10] Embertson RM, Cook G, Hance SR, Bramlage LR, Levine J, Smith S: Large colon volvulus; surgical treatment of 204 horses (1986-1995), *Proc Am Ass equine Practnrs*, 44, 254-255 (1996)
- [11] Suthers JM, Pinchbeck GL, Proudman CJ, Archer DC: Risk factors for large colon volvulus in the UK, *Equine Vet J*, 45, 558-563 (2013)
- [12] Hughes FE, Slone DE: A modified technique for extensive large colon resection and anastomosis in horses, *Vet Surg*, 27, 127-131 (1998)
- [13] Driscoll N, Baia P, Fischer Jr, AT, Brauer T, Klohn A: Large colon resection and anastomosis in horses: 52 cases (1996-2006), *Equine Vet J*, 40, 342-347 (2008)
- [14] Ellis CM, Lynch TM, Slone DE, Hughes FE, Clark CK: Survival and complications after large colon resection and end-to-end anastomosis for strangulating large colon volvulus in seventy-three horses, *Vet Surg*, 37, 786-790 (2008)
- [15] Hardy J: Large-Colon Enterotomy, Resection and Anastomosis *The Equine Acute Abdomen*, White NA et al eds, 2nd ed, 513-519, Teton NewMedia, Wyoming (2008)
- [16] Pezzanite LM, Hackett ES: Technique-associated outcomes in horses following large colon resection, *Vet Surg*, 46, 1061-1067 (2017)
- [17] Mathis SC, Slone DE, Lynch TM, Hughes FE, Clark CK: Use of colonic luminal pressure to predict outcome after surgical treatment of strangulating large colon volvulus in horses, *Vet Surg*, 35, 356-

- 360 (2006)
- [18] Van der Linden MA, Laffont CM, van Oldruitenborgh-Oosterbaan MMS: Prognosis in equine medical and surgical colic, *J Vet Inter Med*, 17, 343-348 (2003)
- [19] Christophersen MT, Dupont N, Berg-Sørensen KS, Konnerup C, Pihl TH, Andersen PH: Short-term survival and mortality rates in a retrospective study of colic in 1588 Danish horses, *Acta Vet Scand*, 56, 20 (2014)
- [20] Van den Boom R, Butler CM, Sloet van Oldruitenborgh-Oosterbaan MM: The usability of peritoneal lactate concentration as a prognostic marker in horses with severe colic admitted to a veterinary teaching hospital, *Equine Vet Edu*, 22, 420-425 (2010)
- [21] Fiege JK, Hackett ES, Rao S, Gillette SC, Southwood LL: Current treatment of ascending colon volvulus in horses: a survey of ACVS diplomats, *Vet Surg*, 44, 398-401 (2015)
- [22] Levi O, Affolter VK, Benak J, Kass PH, Le Jeune SS: Use of pelvic flexure biopsy scores to predict short-term survival after large colon volvulus, *Vet Surg*, 41, 582-588 (2012)
- [23] Wheat JD: Causes of colic and types requiring surgical intervention, *J South Afri Vet Assoc*, 46, 95-99 (1975)