

乳牛における子宮捻転の重症度診断のための血中乳酸値の測定
および超音波検査の有用性に関する研究

(Study on Usefulness of Blood Lactate Measurement and Transrectal
Ultrasonography for Diagnosis of Uterine Torsion Severity in Dairy Cows)

村 上 高 志

乳牛における子宮捻転の重症度診断のための血中乳酸値の測定
および超音波検査の有用性に関する研究

(Study on Usefulness of Blood Lactate Measurement and Transrectal
Ultrasonography for Diagnosis of Uterine Torsion Severity in Dairy Cows)

村 上 高 志

日本獣医生命科学大学大学院獣医生命科学研究科

(指導教授：河上栄一)

令和2年3月

目次

第1章 緒論	1
第2章 子宮捻転整復後の産科処置が母子の生存率および母牛の繁殖成績に及ぼす影響	5
2.1 緒言	5
2.2 材料および方法	5
2.3 結果	7
2.4 考察	8
2.5 小括	11
図表	12
第3章 子宮捻転による子宮壊死および予後の診断のための血中乳酸値測定の有用性	17
3.1 緒言	17
3.2 材料および方法	18
3.3 結果	19
3.4 考察	20
3.5 小括	23
図表	24

第4章 経直腸超音波検査および血中乳酸値測定の併用による子宮捻転の重症 度診断	28
4.1 緒言	28
4.2 材料および方法	29
4.3 結果	30
4.4 考察	31
4.5 小括	33
図表	34
第5章 総括	39
謝辞	43
参考文献	44

第1章 緒論

子宮捻転とは、子宮が長軸に沿って左方あるいは右方に回転または捻転することで、牛の難産の一般的な原因である。牛の難産の原因の3～20%を子宮捻転が占めると報告され[3, 15, 22, 31, 34, 37]、牛体の大型化の影響で近年増加傾向にあるとも言われている[20]。その発生原因は、子宮広間膜の解剖学的位置と起臥時の突発的な滑走や転倒であり[3, 15, 31, 37]、分娩時の胎子運動の増加、胎水の減少、子宮弛緩、過大子[3, 15, 34]および母牛の活動増加も関与する[22]。子宮捻転の発生時期は、その81%が妊娠後期の分娩拡張期から産出期である[15, 38]。捻転方向は、牛体のうしろから見て反時計方向である左方が多く、62～75%を占める[3, 15, 31, 34]。また、捻転の程度は、多くの症例で180度程度であり、360度以上の捻転は1～9%と少ない[15, 34]。

子宮捻転の整復治療法として、胎子用手回転法[17, 22, 24, 27, 28, 31, 38, 41]、母体回転（ローリング）法[22, 31, 36, 38]、後肢吊り上げ法[16]、外科的開腹手術[22, 31, 38]などが挙げられる。すべての子宮捻転に対して適応できる万能な整復方法は存在せず、その選択は妊娠ステージ、捻転程度、母牛、子宮および胎子の状態によって異なる[15, 38]。臨床現場における第一選択は、胎子用手回転法であり、子宮頸管がある程度拡張し、産道から胎子を触知可能な場合に適応される。多くの症例は、この方法により捻転の整復が可能である[22]。しかし、胎子用手回転法で整復できない場合や、捻転角度が重度で360度以上の場合には、母牛回転（ローリング）法または後肢吊り上げ法が選択される。母牛回転法の成功率は、34～100%と言われている[3, 15, 38]。しかし、母体回転を3～5回実施しても整復できない場合には、最終的に開腹手術が選択される[15, 38]。

子宮捻転の整復後には、20～52%の症例において子宮頸管の拡張不全が認められるため[3, 15, 34, 38]、43%の症例でさらなる産科処置が必要とされる[22]。

すなわち、獣医師は、子宮頸管の拡張程度と胎子の大きさを考慮し、経膈分娩が可能であるか、あるいは帝王切開が必要かの判断が求められる[31]。多くの症例においては経膈分娩が可能であるが[22]、胎子がすでに死亡している場合には子宮頸管が拡張することはほとんどなく[15]、子宮頸管の切開や帝王切開が必要とされる。

子宮捻転罹患牛の予後は、捻転程度、捻転発生後の経過時間および子宮の血行障害の程度に左右される[12, 37]。多くの症例では、子宮捻転の整復が可能であり、その後、経膈分娩により生存子牛が出生される[3]。しかし、捻転程度が重度で経過が長期化している症例では、子宮への血液供給が障害され、治療が困難となる。また、子宮に分布する静脈やリンパ管が圧迫され、子宮壁および子宮広間膜のうっ血・浮腫や血様腹水の貯留、さらには動脈圧迫により子宮組織の低酸素、血栓、壊死を引き起こす[15, 34, 37]。子宮にうっ血・浮腫が認められる場合には子宮壁が脆弱化し、腹腔内には多量の腹水の滲出を認める。子宮捻転に伴う広範な子宮破裂、出血あるいは子宮血管栓塞による子宮浮腫と壊死を伴う場合は、母子ともに予後不良である[3, 15, 31, 38]。子宮捻転による子宮頸管の裂創もまた他の難産と比べて発生が多く[3]、母牛死亡率は4.3%[38]、母牛生存率は78%[15]などと報告されている。しかし、次回分娩までの母牛の淘汰率は57%で、その半数は不妊が原因である[22]。また、子宮捻転では出生時の子牛の死亡率が高い。これは、出産の長期化とそれに続く胎子の低酸素症のためと考えられている[31]。

牛の子宮捻転診療には問題点が二つ挙げられる。一つ目は、不受胎が原因で淘汰される母牛が多いことである。その対策として、罹患牛の早期発見に努めることが最も重要であるが、診療時の診断や処置にも検討が必要である。これまで、捻転した子宮の整復に重点が置かれ、捻転整復後の産科処置に関する報告は少ない。子宮捻転では、捻転整復後に子宮頸管拡張不全の症例が多いため、胎子牽引が行われることが多い。しかし、無理な胎子牽引は、子宮頸管裂創などの産道

損傷を引き起こし、産褥熱・子宮炎等の周産期疾病の原因となり、子牛死亡の原因にもなる。難産は、その後の繁殖成績を低下させることが知られており[11, 23, 42]、捻転整復後の強引な胎子牽引が、不受胎と子牛死亡の原因になっている可能性がある。

二つ目の問題点は、重症例ほど適切な診断・治療が必要にも関わらず、その診療方針決定があいまいなことである。現在の子宮捻転診断方法は、膣および直腸検査のみであり、診断根拠が明確ではない。そのため、重症例ほど母牛回転が繰り返し実施され、長時間経過後に開腹手術が選択され、開腹後に初めて重度の子宮循環障害と診断されている。重症例では、子宮がうっ血・浮腫状で子宮破裂の可能性があるので、母牛回転の実施には細心の注意が必要であり[15, 37, 38]、開腹手術の必要性を的確に診断する必要がある。いかに重度で長期化した症例でも、子宮組織の虚血や壊死を示す診断根拠は存在しない[34]と言われており、とくに重症例における重症度分類および診療指針となる手段が必要である。

血中の乳酸 (bLAC) 値は、過度の筋運動などの嫌気代謝において産生され、組織低灌流や末梢循環低下などの病的な状態においても増加する[4, 5, 21, 43]。その値の増加は、馬の疝痛、乳牛の第四胃変位および犬の胃拡張捻転症候群における予後不良と相関するとの報告がある[10, 13, 18, 25, 33, 43, 44]。したがって、乳牛の子宮捻転において、うっ血壊死を伴う病態が存在するため、bLac 値がその重症度および予後診断に応用できる可能性がある。bLac 値の測定用携帯型測定器が市販されており、乳牛での診断における信頼性についても報告されている[6, 8]。

そこで、本論文では、第 2 章において、子宮捻転整復後の産科処置の違いから繁殖成績を含めた母子の予後を調査し、適切な産科処置により長期的な予後改善の可能性について検討した内容を記述した。第 3 章では、子宮捻転の実際的な重症度の新たな診断法として、bLac 値測定の有用性を検討した。第 4 章では、bLac 値測定に加えて携帯型超音波診断装置の併用が、子宮捻転の重症度診断お

よび開腹手術の適応基準につながるかについて検討を行った。

第 2 章 子宮捻転整復後の産科処置が母子の生存率および母牛の繁殖成績に及ぼす影響

2.1 緒言

乳牛の子宮捻転の予後に影響を及ぼす要因には、捻転程度、発生後の経過時間および子宮の血行障害の程度が挙げられている[12, 37]。さらに、捻転整復方法および捻転整復後の産科処置も予後に影響する可能性があり、これらは診療時の対応次第で改善の余地がある。とくに、捻転整復後の産科処置については明確な診断基準は存在せず、予後に関する報告も少ない。子宮頸管が十分に拡張し、陣痛が強ければ無処置、陣痛微弱で胎子の進行がない場合には、胎子牽引を行う、また、子宮頸管の拡張不全の場合には帝王切開を選択する。しかし、実際の臨床現場においては、子宮捻転に対する産科処置の方法を適切に判断できず、強引な胎子牽引が行われた結果、産道損傷を引き起こす症例も少なくない。とくに、胎子が産道内で死亡することを恐れ、子宮頸管の拡張不全のまま早すぎる対応を実施している場合が多い。しかし、難産および不必要な胎子牽引は、その後の繁殖成績を低下させることが知られており[11, 19, 23, 42]、子宮捻転においても胎子の娩出状況がその後の生存率や繁殖成績に影響を及ぼしている可能性がある。そこで、子宮捻転整復後の産科処置の選択と予後の関係を調査し、その臨床上的重要性を検討した。

2.2 材料および方法

本研究には、北海道根室管内別海町において、2007年4月～2012年3月に子宮捻転を発症したホルスタイン種乳牛 112 頭（初産牛 28 頭・経産牛 84 頭）を使用した。これらは、すべて人工授精後 280 日前後の分娩時に子宮捻転を発症し、難産として診療依頼されたものであった。子宮捻転の診断は、膣および子

宮頸管の触診あるいは直腸検査により行った。子宮捻転の整復は、胎子用手回転法、母体回転法あるいは後肢吊り上げ法により実施した。産道内の胎子を触知可能な場合には、胎子用手回転法を選択し、なるべく破水させないように注意して実施した。また、胎子触知不可能な症例、あるいは胎子用手回転法で整復不能な症例では、母体回転法を用いて捻転整復を行った。後肢吊り上げ法は、他法によって整復不能であった症例で選択され、捻転程度も重度な症例で実施された。なお、子宮捻転整復不能で帝王切開を実施した症例は本調査から除外した。また、他の併発疾病が原因で淘汰された症例および繁殖中止予定であった症例も除外した。

子宮捻転整復後の産科処置方法に基づき、症例を無処置・軽度牽引群、中・重度牽引群および帝王切開群の3群に分類した。無処置・軽度牽引群は、捻転整復後にしばらく経過観察することで自然分娩するか1人の介助で5分以内に娩出可能であった症例とした。中・重度牽引群は、2～3人あるいは牽引機を用いた介助で5分以上要した症例、あるいは牽引娩出の際に子宮頸管の裂創などの産道損傷を認めた症例とした。帝王切開群は、胎子過大あるいは頸管拡張不全のために帝王切開を実施して胎子娩出した症例とした。

子宮捻転整復直後の子宮頸管拡張程度を、完全開大、拡張不全の軽度・中等度・重度の4段階に分類した。完全開大とは、頸管が完全に拡張し頸管ヒダにまったく触れない場合、軽度拡張不全は、8～9割程度拡張し薄く伸張する頸管ヒダが触知される場合、中程度拡張不全は、6～7割程度拡張し頸管ヒダが厚く硬い状態で、胎子の頭あるいは臀部が通過できない場合、重度拡張不全は、5割以下の拡張で、手拳挿入可能以下の場合とした。

子宮捻転整復から娩出までの時間については、直後、1～3時間後、3～6時間後および6時間以上に分けて調査した。

胎子の娩出・摘出をもって治癒完了とし、母牛生存率は、1か月以上生存した症例を対象とした。さらに1か月以上生存し、次回繁殖に供された102頭について、分娩後80日以内人工授精が実施された率、分娩後150日以内での妊娠

率，分娩後 210 日以内での妊娠率，最終受胎率および分娩後の受胎までの平均日数について，分娩後 1 年間追跡調査を行った。以上の項目について，子宮捻転の程度別，子宮捻転の整復方法別，子宮捻転整復後の産科処置別に集計を行った。生存率，授精実施率，妊娠率の差の検定には，カイ二乗検定を，受胎までの平均日数の差の検定には，Kruskal-Wallis 検定を用いた。

2.3 結果

子宮の捻転方向は，母体のうしろから見て左方が 90 例，右方が 22 例で，捻転程度は約 90 度が 4 例，約 180 度が 80 例，270 度以上が 28 例であった。109 例は 1 子のみでの妊娠時に発生し，3 例は双子妊娠であった。子宮捻転の整復直後の子宮頸管拡張程度について調査した 106 例のうち，捻転整復直後に完全開大と判断された症例は 24 例で，全体のおよそ 1/4 を占め，残りの症例は軽～重度の頸管拡張不全であった(Table 1)。

子宮捻転整復から娩出までの時間について調査した 102 例のうち，整復直後の処置については，無処置・軽度牽引 21 例，中・重度牽引 26 例であったが，1~3 時間後では，無処置・軽度牽引が 12 例に増加し，中・重度牽引は逆に 10 例とわずかに減少した(Table 2)。帝王切開群では，他の 2 群に比べて，6 時間以上娩出例が多いという傾向があった。生存率は，母子ともに 3 時間以上経過した場合に低下する傾向がみられた。

捻転程度別の予後比較では，例数が少ない 90 度捻転群を除くと，270 度捻転群の方が，180 度捻転群に比べ，分娩後 210 日以内での妊娠率が低く ($P < 0.05$)，空胎日数（妊娠していない期間）が長い傾向にあったが，最終受胎率には差は認められなかった(Table 3)。

また，捻転整復方法別の予後との関係では，母体回転群の母子生存率が胎子用手回転群と比べて低く ($P < 0.05$)，後肢吊り上げ群に比べても低い傾向にあった。胎子生存率についても同様の傾向がみられた(Table 4)。しかし，繁殖成績につい

ては、一定の傾向は認められなかった。

子宮捻転整復後の産科処置が母子の生存率に及ぼす影響については、無処置・軽度牽引群に比べ、帝王切開群では母子生存率が低く($P < 0.05$)、中・重度牽引群と帝王切開群では子牛生存率が低かった($P < 0.05$) (Table 5)。また、その産科処置が繁殖成績に及ぼす影響についても、中・重度牽引群では、無処置・軽度牽引群に比べ、分娩後 150 日以内及び 210 日以内妊娠率と最終受胎率が低く($P < 0.05$)、受胎までの日数も長い傾向があった(Table 5)。帝王切開群との間には、明らかな差はみられなかった。

2.4 考察

乳牛の子宮捻転整復後の子宮頸管拡張不全の発生率は、20~52%と報告されている[3, 15, 34, 38]。それに加え、破水の有無、胎子の生死、陣痛の強弱、母牛の消耗程度など、さまざまな要因が子宮捻転整復後の状況に関与することから、子宮捻転整復後の助産のタイミングや帝王切開適応の判断は非常に難しい。したがって、子宮捻転では、捻転整復に成功しても容易に胎子娩出に至る症例は少なく、多くの症例において、獣医師による捻転整復後の産科処置の判断が必要とされている。

本章においても、多くの症例で子宮捻転整復後に子宮頸管拡張不全が認められ、捻転整復直後に子宮頸管の完全開大と判断された症例は、わずか 22.6%であったものの、約半数の症例で捻転整復直後に胎子牽引が実施されていた。すなわち、軽度から中程度の子宮頸管拡張不全の状態で胎子牽引されたため、中・重度の牽引を要した症例が多いと考えられる。また、子宮捻転では、他の難産と比較して子宮頸管裂創が多い[3]ため、中・重度の牽引群 48 例中 29 例において産道損傷が発生し、そのうち 3 例には子宮破裂も認められた。一方、捻転整復後に重度の拡張不全と診断された症例では、すべて帝王切開が行われ、無理な対応を実施された症例は存在しなかった。したがって、軽度から中程度の子宮頸管拡張不

全の場合、適切な産科処置の選択が困難を究めると考えられる。

子宮捻転の予後に影響を及ぼすと考えられる要因のうち、捻転の程度および捻転の整復方法は、いずれも予後との間に明らかな関係は認められなかったが、捻転整復後の産科処置別では、生存率および繁殖成績ともに明らかな相違が観察された。すなわち、中・重度の牽引群では、無処置・軽度の牽引群と比較して母牛生存率に差はなかったが、子牛生存率は顕著に低下し、妊娠率および最終受胎率も有意に低下した。これらの成績は、母牛生存率は同等であっても、繁殖成績まで含めて予後を考えて場合には、強引な胎子牽引が、子牛生存率と母牛の予後に悪影響をもたらすことを示している。なお、子牛生存率が低下した理由に関して、子宮捻転整復時すでに胎子死亡しており、十分な子宮頸管拡張が得られず強引な牽引を必要としたのか、あるいは無理な牽引を実施したため子牛死亡につながったのか今回の調査では不明である。また、帝王切開群に関しては、母牛生存率および子牛生存率に低下が認められた。この要因として、胎子が気腫胎であった 2 例あることに加え、捻転整復の翌日に帝王切開を判断された症例が 5 例と多かったことから、捻転整復から帝王切開の選択までに長時間を要したことが関係しているものと考えられる。帝王切開による母牛の生存率は、術前の母牛および胎子の状態に影響され、18 時間以上経過した症例や気腫胎症例では、母牛の死亡率が 40%に及ぶ[3, 14, 30]との報告もあることから、帝王切開選択の判断を早めることにより、その生存率は改善できるものと考えられる。

子宮捻転の整復後に子宮頸管の拡張不全が認められる場合は、本章の成績から、捻転整復後 1~3 時間経過して無処置・軽度の牽引群の割合が増加し、かつ母体や子牛の生存率は低下しないことが判明した。したがって、このような症例では、胎子の無理な牽引を実施することなく、しばらく経過観察することが重要であると考えられる。また、子宮捻転罹患牛は、胎子の大きさが大きい[15, 31]ことも報告されており、胎子牽引の際には注意が必要である。具体的な経過観察時間については、2~4 時間[38]とする報告や 3 時間以上待つのは無意味で危険で

ある[34]という報告がある。本章の成績においても、子宮捻転整復後 3 時間以上経過した場合、軽度の牽引で娩出できた症例は少なく、母子の生存率が低下する傾向にあったことから、経過観察の時間は、3 時間程度が適当と考えられる。また、子宮捻転における胎子死亡の直接的な原因は、破水による胎水喪失や胎盤剥離であることが多い[31]こと、胎子がすでに死亡している場合には、子宮頸管が拡張する可能性が低い[34]ことから、子宮内で胎子の死亡が確認される場合には、子宮捻転発生から長時間経過している可能性を考慮し、より迅速な判断が求められる。

以上の本章の成績から、子宮捻転整復後に強引な胎子牽引を実施すると、産道損傷を起し、その後の繁殖成績へ悪影響を及ぼすため、捻転整復後の産科処置の選択が非常に重要であることが立証された。したがって、子宮捻転牛の診療においては、捻転整復に成功した後も、無理な状況で胎子の牽引を行うことによって産道損傷を与えることのないよう、獣医師が適切な判断を行うことが重要である。

2.5 小括

子宮捻転罹患牛の生存率は、胎子娩出直後では比較的高いが、次回分娩までの淘汰率が高く、その半数は不受胎が原因とされている。子宮捻転整復後には、子宮頸管拡張不全が多く認められるため、胎子娩出の際に難産となる症例も多い。子宮捻転整復後の産科処置も子宮捻転罹患牛の予後に関与する要因の一つであると考えられるが、詳細な検討を行った報告は少ない。そこで、子宮捻転整復後の産科処置の違いが生存率および繁殖成績に及ぼす影響を調査し、子宮捻転整復後の産科処置の選択の臨床上の重要性を検討した。

子宮捻転整復に成功したホルスタイン種乳牛 112 頭を、胎子娩出状況別に無処置・軽度牽引群(48 頭)、中・重度牽引群(48 頭)、帝王切開群(16 頭)の 3 群に分けて成績を比較した。その結果、無処置・軽度牽引群は母子生存率(1 か月後)97.9%、最終受胎率(1 年後)89.4%であった。中・重度牽引群は無処置・牽引群と比較して最終受胎率が 67.4%と有意に低下していた。また、帝王切開群は母牛生存率 75.0%と有意な低下がみられた繁殖成績に差は認められなかった。以上の成績から、子宮捻転整復後に重度牽引や産道損傷を伴うことは、その後の繁殖成績を低下させるため、子宮捻転整復後の産科処置の選択が重要であることが立証された。子宮捻転整復後に子宮頸管拡張不全が認められる場合には、無理に胎子を牽引するのではなく、3 時間程度、経過観察することが重要であると考えられる。

Table 1 乳牛における子宮捻転整復直後の子宮頸管拡張程度

		例数 (%)
		(<i>n</i> = 106)
完全開大		24 (22.6)
拡張不全	軽度	27 (25.5)
	中程度	32 (30.2)
	重度	23 (21.7)

Table 2 子宮捻転罹患乳牛における胎子娩出までの時間による産科処置と母子生存率の
関係

	直後 例数 (%) (n = 54)	1~3 時間後 例数 (%) (n = 23)	3~6 時間後 例数 (%) (n = 14)	6 時間以上 例数 (%) (n = 11)
捻転整復後産科処置				
無処置・軽度牽引	21 (38.9)	12 (52.2)	4 (28.6)	2 (18.2)
中・重度牽引	26 (48.1)	10 (43.5)	8 (57.1)	4 (36.4)
帝王切開	7 (13.0)	1 (4.3)	2 (14.3)	5 (45.5)
生存率				
母牛生存	53 (98.1)	22 (95.7)	11 (78.6)	7 (63.6)
子牛生存	35 (64.8)	16 (69.6)	6 (42.9)	2 (18.2)

Table 3 乳牛における子宮捻転程度が生存率および繁殖成績に及ぼす影響

	捻転の程度		
	90 度 (<i>n</i> = 4)	180 度 (<i>n</i> = 80)	270 度以上 (<i>n</i> = 28)
母牛生存率(%)	100.0	90.0	92.9
子牛生存率(%)	75.0	60.0	60.7
繁殖供用頭数	4	72	26
分娩後 80 日以内授精実施率(%)	25.0	44.4	57.7
分娩後 150 日以内妊娠率(%)	50.0	41.7	42.3
分娩後 210 日以内妊娠率(%)	100.0 ^a	66.7 ^a	42.3 ^b
最終受胎率(%)	100.0	77.8	73.1
受胎までの平均日数(±SD)	166±35	141±64	162±94

ab 間に有意差あり($p < 0.05$)

Table 4 乳牛における子宮捻転の整復方法が生存率および繁殖成績に及ぼす影響

	胎子用手回転法 (<i>n</i> = 71)	母体回転法 (<i>n</i> = 32)	後肢吊り上げ法 (<i>n</i> = 9)
母牛生存率(%)	95.8 ^a	81.3 ^b	88.9
子牛生存率(%)	63.4	50.0	77.8
繁殖供用頭数	68	26	8
分娩後 80 日以内授精実施率(%)	45.6	53.8	37.5
分娩後 150 日以内妊娠率(%)	41.2	46.2	50.0
分娩後 210 日以内妊娠率(%)	61.8	65.4	62.5
最終受胎率(%)	75.0	80.8	87.5
受胎までの平均日数(±SD)	149±70	147±77	140±74

ab 間に有意差あり($p < 0.05$)

Table 5 乳牛における子宮捻転整復後の産科処置が生存率および繁殖成績に及ぼす影響

	無処置・軽度牽引群 (<i>n</i> = 48)	中・重度牽引群 (<i>n</i> = 48)	帝王切開群 (<i>n</i> = 16)
母牛生存率(%)	97.9 ^a	89.6	75.0 ^b
子牛生存率(%)	83.3 ^a	52.1 ^b	18.8 ^c
繁殖供用頭数	47	43	12
分娩後 80 日以内授精実施率(%)	51.1	44.2	41.7
分娩後 150 日以内妊娠率(%)	53.2 ^a	32.6 ^b	41.7
分娩後 210 日以内妊娠率(%)	76.6 ^a	48.8 ^b	58.3
最終受胎率(%)	89.4 ^a	67.4 ^b	66.7
受胎までの平均日数(±SD)	138±69	160±74	156±72

a と b, b と c, a と c の間に有意差あり(いずれも $p < 0.05$)

第 3 章 子宮捻転による子宮壊死および予後の診断のための血中乳酸値測定の有用性

3.1 緒言

子宮捻転の重症度・予後は、捻転の経過時間、程度および子宮組織への血行障害の範囲に影響される[2, 12, 15, 22, 40]。重症例では、血行障害の結果、子宮広間膜の浮腫、出血、血様腹水貯留、子宮血管の血栓症、子宮壊死の発生が報告されており[15, 31, 34, 35]、広範な子宮破裂、出血、壊死を伴う症例は予後不良である[7, 12, 15]。重症例ほど子宮捻転整復および胎子娩出に帝王切開を必要とする症例が増加するため[15]、重症度診断は、診療方針を決定するうえで重要である。しかし、的確な診断根拠は存在しないため、開腹して初めて子宮壊死や子宮破裂が発見される場合も多く[15, 34]、そのような場合、開腹したにもかかわらず予後は不良である。したがって、的確に子宮捻転の重症度や予後を血液検査等によって診断できれば、診療方針決定に有用である。

身体において、乳酸は過度の筋運動などの嫌気代謝において産生され、血中乳酸 (bLac) 値は、組織低灌流や末梢循環低下などの病的な状態において増加する[4, 5, 21, 43]。bLac 値の増加が、馬の疝痛、乳牛の第四胃変位および犬の胃拡張捻転症候群における予後不良と相関するとの報告がある[10, 13, 18, 25, 33, 43, 44]。乳牛の子宮捻転においても、同様に、うっ血壊死を伴う病態が存在するため、bLac 値がその重症度および予後診断に応用できる可能性がある。また、乳牛で検査可能な血液検査項目のうち、血中 aspartate aminotransferase (AST) 活性値および血中 creatine phosphokinase (CK) 活性値は細胞破壊により増加するため、水牛における子宮捻転で、予後の指標になると報告されている[1, 2]。しかし、ホルスタイン種乳牛における報告はない。

本研究の目的は、子宮捻転罹患牛の重症度および予後の違いによる bLac 値、

血中 AST および CK 活性値の比較, さらに, 子宮捻転牛における子宮壊死および予後診断について, bLac 値の子宮捻転の診断指標としての可能性とその診断識別値を算出することである。

3.2 材料および方法

本研究に用いた症例は, 2014 年 4 月~2015 年 9 月に北海道根室管内で子宮捻転を発症したホルスタイン種乳牛 54 頭である。分娩時の発症は 53 例で, 1 例は妊娠 150 日に発症した。なお, 診療時にすでに起立不能であった症例や子宮捻転以外の併発疾病が原因で淘汰された症例は本研究から除外した。

採血は, 子宮捻転整復前に尾静脈より行い, 54 例の bLac 値, 35 例の血中 AST および CK 活性値を測定した。bLac 値は, 採血した血液をヘパリン加採血管に保存したのち, 携帯型乳酸測定器 (Lactate Pro2, Arkray KDK, Kyoto, Japan) を用いて測定した。また, 血中 AST および CK 活性値は, プレーン採血管に保存し, 1,500g, 10 分で遠心分離後, -20°C 以下で凍結保存し, 生化学自動分析装置 (Bio Majesty JCA-BM8060, JEOL, Tokyo, Japan) を用いて測定した。

子宮捻転整復難易度の違いによる bLac 値, 血中 AST および CK 活性値の比較を行うため, 診療経過に基づき症例を Grade(G)1-4 の 4 レベルに分類した。G1 は, 最も軽症であり, 胎子用手回転法, 母体回転法あるいは後肢吊り上げ法により子宮捻転が整復され, 経膣分娩された症例とした。G2 は, 前述の方法により子宮捻転整復可能だが, 分娩時に子宮頸管拡張不全のために帝王切開を実施した症例とした。G3 は, 前述の方法では子宮捻転整復不能のため開腹手術により子宮捻転整復し, 帝王切開により胎子娩出した症例とした。G4 は, G3 のうち開腹手術時に子宮壊死を観察した症例とした。なお, 子宮壊死の定義は, 開腹時に子宮暗紫色, 子宮壁肥厚, 脆弱化, 血栓形成, 血様腹水貯留という所見が複数認められた症例とした。さらに, 二次破水前に産道内を触

診して異常を認めず、その後正常分娩した 7 例を正常分娩牛として、同様に採血を行い、bLac 値を測定した。帝王切開は定法に従い、横臥位右臍部切開により実施した。重症度の違いによる各群の比較には、Kruskal-Wallis 検定と Turkey-Kramaer HSD 検定を行った。

次に、母子の予後の違いによる bLac 値、血中 AST および CK 活性値の比較を行った。母牛は、分娩後 30 日以上生存できた母牛生存群と 30 日以内に死亡・淘汰された母牛死亡廃用群の 2 群に分類し、bLac 値、血中 AST および CK 活性値を Mann-Whitney U 検定を用いて比較した。同様に、子牛予後別比較として、出生時に生存していた子牛生存群とすでに死亡していた死産群に分類して比較を行った。

さらに、bLac 値の子宮壊死および予後診断の診断指標を算出する目的で、Receiver operating characteristic (ROC) 解析を行った。

統計解析には、いずれも、JMP ver.11 (SAS Institute Inc., Cary, NC, U. S. A.) を使用し、 P 値 <0.05 を有意差ありとした。

3.3 結果

G1-4 と子宮捻転方向および子宮捻転角度の関係について、Table 1 に示した。36 例が左方（反時計）への捻転で、180 度以下が 18 例、181-360 度が 14 例、361 度以上が 4 例であった。右方（時計）への捻転は 18 例で 180 度以下 9 例、181-360 度 7 例、361 度以上が 2 例であった。

子宮捻転整復難易度別に bLac 値、血中 AST および CK 活性値を比較した結果について、Table 2 に示した。死亡率は、母子ともに G1 から G4 へ重症度が増すにつれて増加した。bLac 値は、G4 における中央値が 15.0mmol/l と、正常分娩牛および G1-3 群と比較していずれも有意に増加した ($P<0.01$)。血中 AST、CK 活性値は、捻転重症度が増すにつれて増加する傾向があったが、統計的有意差は認められなかった。

予後別比較の結果については、Table 3(A and B)に示した。bLac 値中央値は、母牛死亡廃用群、死産群においてそれぞれ 10.2mmol/l、4.5mmol/l と、生存群と比較して有意に増加していた($P<0.01$)。また、AST 中央値は母牛死亡・廃用群において増加していた($P<0.05$)が、CK 中央値に差は認められなかった。

bLac 値の ROC 解析の結果について、Fig.1 に示した。症例が子宮壊死を伴う場合とそうでない場合との (G4 vs G1-3) bLac 値の診断識別値は、5.0mmol/l (感度 100%、特異度 89.1%、 $P<0.01$) で、母牛予後不良の bLac 値の診断識別値は、6.5mmol/l (感度 72.7%、特異度 100%、 $P<0.01$) であった。

3.4 考察

子宮捻転の重症度は、捻転角度と経過時間によって決まると考えられる。しかし、実際の臨床現場では、正確な経過時間を知ることが難しいため、血液検査から重症度予測の可能性について検討した。本調査において、臨床現場での重症度分類として、G1-4 の子宮捻転整復難易度を用いた。この分類法は、過去に報告されたものではないが、本調査において、母子の死亡率が段階的に増加していることから、実際的な分類であったと考えられる。子宮捻転整復難易度別の群分けにおいて、G1 だけは開腹手術を実施していないため、子宮壊死の存在する症例が含まれている可能性を排除できないが、母子ともに死亡率が極めて低かったことと、子宮捻転整復後に子宮頸管が十分に拡張し経膣分娩可能であったことから、子宮壊死が存在した可能性は低いと考えられる。

血中 AST および CK 活性値は、母牛死亡廃用群において AST 値が有意に増加していたが、それ以外では AST および CK とともに有意差は認められなかった。起臥時の滑走と転倒は子宮捻転の原因とされている[3]ため、血中 AST および CK 活性値の増加は、滑走や転倒による骨格筋の損傷の可能性も否定でき

ない。また、AST に比べて CK の反応は短時間であるため、AST と CK の結果に違いが生じたと考えられる。

一方、bLac 値は、子宮壊死を伴う重度の捻転症例(G4)、母牛死亡廃用群および死産群で有意な増加が認められた。馬の疝痛では、小腸の灌流障害と虚血が嫌気性解糖を誘発し、疝痛馬の bLac 値を増加させると報告されている[10]。第四胃変位に罹患した乳牛では、bLac 値の増加は、腹水増量、四胃漿膜暗紫色変化、静脈血栓などの予後不良を示す所見と関連していた[9, 13]。本調査において、G4 に分類した症例は、開腹手術時に血様腹水の増量、子宮暗紫色変色、静脈血栓塞栓などを伴う重症例であり、疝痛馬や第四胃変位乳牛と同様の病態であることから、bLac 値が増加したものと考えられる。

通常、胎子用手回転法、母体回転法あるいは後肢吊り上げ法等によって子宮捻転の整復が実施されるが、これらの方法によって整復できない場合に開腹手術による帝王切開術が行われる。重症度の的確な診断ができない場合、子宮捻転が重度な牛では、より多くの治療手技が繰り返し実施される傾向があり、その結果、最終的に開腹手術が行われる時点で、母牛は非常に衰弱した状態になってしまう。帝王切開術の予後に影響するのは、術前の母牛の全身状態であり[14, 29, 30]、開腹手術を選択肢として考慮するならば、母牛が衰弱する前に判断する必要がある。本調査において、G4 のうち 2 頭の母牛は生存していた。これらの牛の bLac 値は、予後不良の診断識別値である 6.5mmol/l 未満の 5.0 および 5.3mmol/l であった。さらに、1 頭では、子宮の部分切除が行われたが、子宮壊死の領域は限局していた。本調査から、bLac 値が 5.0mmol/l 以上である場合に子宮壊死が予測され、非外科的な方法での整復は困難と判断される。すなわち、5.0 以上 6.5mmol/l の場合には、早期に開腹手術を選択する必要性が示唆される。さらに、子宮壊死を伴う捻転牛では、虚血再灌流障害による整復後の死亡リスクがある[15]ため、子宮摘出まで考慮した術式[39]を検討

する必要がある。さらに、bLac 値が 6.5mmol/l 以上の場合には、母子ともに予後不良の可能性が高いと考えられる。

bLac 値の測定は、携帯型測定器が市販されており、乳牛での診断における信頼性についてもすでに報告されている[6, 8]。したがって、血中 AST や CK 活性値と異なり、野外で即時検査が可能である。ただし、bLac 値による重症度診断は、子宮壊死を伴う症例だけに限られること、また、激しい骨格筋運動の直後には異常な高値を示す可能性があり、母体回転法や後肢吊り上げ法を実施した直後に測定する場合には、注意が必要である。さらに bLac 値の経時変化について不明な点もあり、さらに調査を実施する必要がある。

本調査の結果から、bLac 値の増加は、子宮捻転罹患乳牛の重症度、すなわち子宮壊死および予後不良の診断指標となることが明らかとなった。

3.5 小括

牛の子宮捻転において、重症度および予後を的確に診断できれば、診療方針決定に有用である。本研究では、血中乳酸 (bLac) 値、血中 AST および CK 活性値の子宮捻転罹患牛における診断マーカーとしての有用性を検討した。子宮捻転を整復する前のホルスタイン乳牛 54 頭から血液サンプルを採取した。子宮壊死を伴う牛と伴わない牛の bLac 値の中央値は、それぞれ 15.0 および 3.0mmol/l であった ($P<0.01$)。さらに、死亡または廃用となった母牛と生存した母牛の bLac 値の中央値は、それぞれ 10.2 および 3.1mmol/l であった

($P<0.01$)。しかし、血中 AST および CK 活性値には、bLac 値ほど有意な増加が認められなかった。したがって、bLac 値の子宮壊死および予後不良検出のための診断識別値を算出するために、ROC 分析を実施した。その結果、bLac 値の診断識別値は、子宮壊死および予後不良がそれぞれ >5.0 および $>6.5\text{mmol/l}$ に設定された。

以上の成績から、子宮捻転に罹患した乳牛では、bLac 値の増加が子宮壊死および予後不良の診断予測因子となり得ることが判明した。さらに、bLac 値が 5.0 以上で 6.5mmol/l 未満の場合には、子宮壊死を伴った症例であることを考慮し、早期に開腹・帝王切開術を実施することで、予後の改善が図れる可能性があると考えられる。

Table 1. G1-4 の子宮捻転方向および捻転角度 [n (左:右)]

	Grade 1	Grade 2	Grade 3	Grade 4	Total
<180	16 (10:6)	5 (4:1)	5 (4:1)	1 (0:1)	27 (18:9)
181-360	7 (5:2)	6 (6:0)	5 (3:2)	3 (0:3)	21 (14:7)
>360	0 (0:0)	1 (1:0)	1 (0:1)	4 (3:1)	6 (4:2)
Total	23 (15:8)	12 (11:1)	11 (7:4)	8 (3:5)	54 (36:18)

Table 2. 子宮捻転整復難易度による死亡率とbLac、AST およびCKの中央値(範囲)

	Normal	(n)	Grade 1	(n)	Grade 2	(n)	Grade 3	(n)	Grade 4	(n)
死亡率 (%)										
母牛	-	(0/23)	0	(0/12)	45.5	(5/11)	75.0	(6/8)		
子牛	-	(3/23)	13.0	(6/12)	81.8	(9/11)	100.0	(8/8)		
bLac (mmol/l)	1.3 (0.8-2.6)	(7)	3.1 (1.4-6.0)	(23)	3.4 (1.1-5.5)	(12)	3.4 (1.4-10.2)	(11)	15.0 (5.0-25.0)**	(8)
AST (U/l)	-	-	82 (65-118)	(13)	85 (68-120)	(8)	95 (88-113)	(9)	104 (84-178)	(5)
CK (U/l)	-	-	144 (81-373)	(13)	214 (133-371)	(8)	220 (141-370)	(9)	269 (173-327)	(5)

** $p < 0.01$, Normal, Grade1, 2, and 3 と比較して有意差あり

Table 3. 子宮捻転の予後による bLac, AST および CK の中央値(範囲)

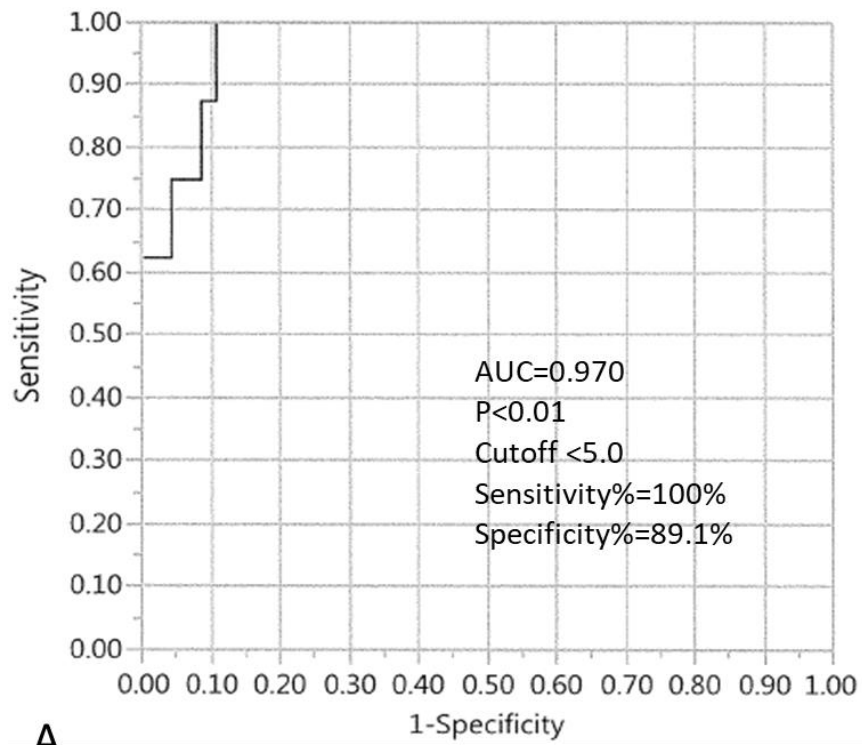
A : 母牛

	計	生存	(n)	死亡・廃用	(n)
bLac (mmol/l)	54	3.1 (1.1-6.0)	(43)	10.2 (3.4-25.0)**	(11)
AST (U/l)	35	85 (65-125)	(28)	104 (90-178)*	(7)
CK (U/l)	35	172.5 (81-373)	(28)	269 (209-327)	(7)

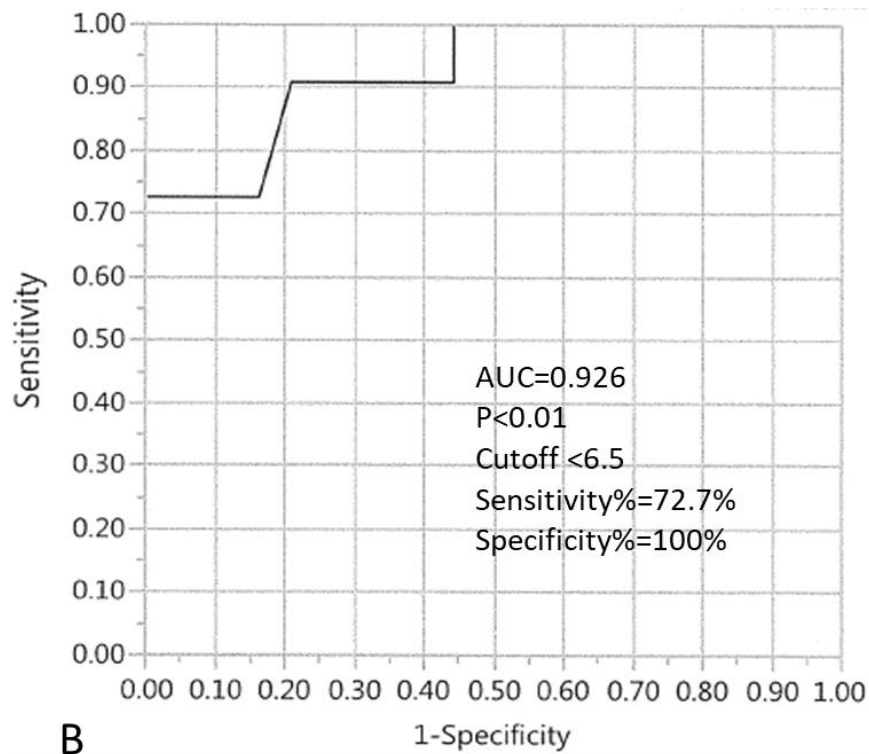
B : 子牛

	計	生存	(n)	死産	(n)
bLac (mmol/l)	54	2.95 (1.4-6.0)	(28)	4.5 (1.1-25.0)**	(26)
AST (U/l)	35	84 (65-118)	(17)	91.5 (68-178)	(18)
CK (U/l)	35	167 (81-373)	(17)	231 (133-370)	(18)

* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, 生存群と比較して有意差あり



A



B

Fig1. A : bLac の子宮壊死診断のための ROC 曲線
 B : bLac の予後不良診断のための ROC 曲線

第4章 経直腸超音波検査および血中乳酸値測定の併用による子宮捻転の重症度診断

4.1 緒言

乳牛の子宮捻転の予後は、子宮捻転の程度、経過時間及び子宮組織への血行障害の程度に影響される[2, 12, 22, 40]。重症例ほど子宮捻転の整復及び胎子娩出に開腹手術が必要とされるため[15]、子宮捻転の予後及び重症度を診断することは、診療方針を決定するうえで重要である。しかし、膣及び直腸検査のみで子宮捻転の程度及び子宮組織への血行状態を診断することは困難であり、子宮組織への血行障害を含めた重症度を診断するための検査方法が求められる。

第3章では、血中乳酸 (bLac) 値を測定することで子宮壊死を診断可能であることが示された。しかし、臨床現場では、この前段階である血行障害が発生している状態すなわち不可逆的な壊死まで至る前に診断することが重要である。なぜなら、現在のところ、重症例とくに血行障害を伴う症例での子宮捻転は、野外での整復が難しい。そのため、何度も母体回転法や後肢吊り上げ法を実施された後に最終的に、開腹手術が選択されている。重度子宮捻転では、血行障害の結果、子宮壁肥厚、うっ血浮腫、血様腹水貯留、子宮壊死等の子宮組織変化が報告されている[15, 31, 34, 35]。子宮は脆弱になっており、母体回転法や後肢吊り上げ法の実施については、子宮破裂などに注意が必要である[15]。子宮破裂や大血管の破裂する前に診断し速やかに開腹手術を選択することが予後の改善につながると考えられる。

経直腸超音波検査は、牛の子宮及び卵巣の疾病診断のために実施されており、子宮組織に生じる形態的变化を即時に診断可能と考えられる。また、我々は、血中乳酸値が乳牛の子宮捻転による子宮壊死及び予後不良の診断指標とな

ることを報告した[26]。これらの検査を併用することで、子宮への血行障害の状態を即時に評価できる可能性がある。

本研究の目的は、牛の子宮捻転の重症度診断に関する経直腸超音波検査及び bLac 値測定の有用性を明らかにすることである。そのため、子宮組織への血行状態と母子の予後を比較した。さらに、子宮組織への血行状態と経直腸超音波検査及び bLac 値との比較を行った。

4.2 材料および方法

本研究に用いた症例は、2014～2016年に北海道根室管内で子宮捻転を発症したホルスタイン種乳牛33頭である。いずれの子宮捻転もその程度は重度で、膣及び直腸検査において胎子を触知することはできなかった。子宮捻転の整復は、胎子用手回転法、母牛回転法あるいは後肢吊り上げ法のいずれかを実施し、整復不可能な場合に外科的開腹手術が実施された。開腹手術は定法に従い、横臥位右臍部切開により実施した。

対象症例は、開腹時の肉眼所見から子宮の血行状態に基づき、子宮血行障害なし群、子宮血行障害あり群、子宮壊死群の3群に分類した。子宮血行障害なし群は、開腹時に子宮肥厚や浮腫等を認めない症例とした。子宮血行障害あり群は、腹水貯留、子宮肥厚及び子宮浮腫という所見が複数認められた症例、あるいは、子宮紫色だが子宮捻転整復後に血流の回復が見られた症例とした。子宮壊死群は、血様腹水貯留、子宮暗紫色あるいは子宮血栓形成等の所見が認められ、子宮捻転整復後も色調の回復が見られない症例とした。

子宮組織への血行状態と母子の予後とを比較するため、開腹時の子宮血行状態と術後30日の母牛生存率及び出生時の子牛の生存率を比較した。なお、検定にはカイ二乗検定を用いた。

さらに9例については、初診時に経直腸超音波検査と bLac 値の測定を行い、開腹時の肉眼所見と比較を行った。超音波検査には7.5MHz リニアプロー

ブが付属した携帯型超音波診断装置 (Tringa Linear, Esaote Europe B, V, Netherland) を用いて、直腸より子宮を描出し、子宮断面の厚さ (描出できる範囲でもっとも薄い部位) 及び画像所見の変化を調査した。bLac 値測定は、子宮捻転整復前に尾静脈より採血した血液をヘパリン加採血管にて保存したのち、携帯型乳酸測定器 (Lactate Pro2, Arkray KDK, Kyoto, Japan) を用いて測定した。

4.3 結果

重度の子宮捻転では、33 例中 29 例 (87.9%) において、子宮捻転の整復に開腹手術を必要とした。開腹手術を実施した 29 例における、子宮組織の血行状態と母子生存率との関係を Table1 に示した。子宮血行障害あり群では、出生時の子牛生存率は低下する傾向を示した。さらに、子宮壊死群の場合には母牛の生存率が有意に低下した。

さらに、9 例において開腹時の肉眼所見別に経直腸超音波検査所見、bLac 値を Table2 に示した。開腹時に子宮血行障害を示す所見の認められなかった症例 1-3 は、超音波検査における子宮断面の厚さは 10mm で、均一で滑らかな画像が描出された (Fig.1)。3 頭はいずれも bLac 値は、5.0mmol/l 未満であった。しかし、子宮血行障害の認められた症例 4 及び 5 では、超音波検査において子宮断面の厚さが 15-25mm と肥厚し、点状に低エコー像が認められた。bLac 値は、同様に 5.0mmol/l 未満であった。しかし、子宮壊死を伴った症例 6-9 では、超音波検査における子宮断面の肥厚と点状低エコー像に加えて、bLac 値は、症例 8 を除いて 5.0mmol/l 以上に増加していた (Fig.2)。さらに、症例 9 において子宮壊死の認められる妊娠子宮角に直接プローブを当て、超音波画像を描出したところ、経直腸超音波検査と同様の画像が得られた (Fig.3)。

4.4 考察

本研究の結果より、子宮捻転において子宮組織への血行障害が認められる症例では、母子ともに生存率が低下する傾向があることが立証された。しかし、子宮組織への血行障害を診断する的確な診断根拠は存在しないため、開腹してはじめて子宮壊死や破裂が発見される場合が多い[15, 34]。胎子を触知できないほど重度の子宮捻転の症例では、野外で子宮捻転整復できる症例はとても少なく、33例中29例(87.9%)で開腹手術が必要とされた。したがって、開腹前に子宮血行障害が診断できれば、予後判定や治療法の選択に有用である。

牛の360度以上の子宮捻転では、子宮内、子宮広間膜及び卵巣間膜付着部の血液循環障害の結果、子宮壁の浮腫性腫脹が起こり[15, 32, 35]、さらに、子宮捻転の重症化と持続により胎子死亡、子宮壁肥厚、子宮脆弱化や子宮壊死が引き起こされる[39]。開腹時に腹水貯留、子宮暗紫色、子宮壁肥厚あるいは子宮浮腫等の血行障害を示す所見が認められた症例は、経直腸超音波検査において、子宮断面の厚さが15mm以上に肥厚し、点状低エコー像が確認された。重度子宮捻転牛の剖検及び組織学的検査において、子宮壁の肥厚、うっ血水腫、壊死、血栓等が報告されている[35]ことから、超音波検査における子宮断面肥厚(15mm以上)及び点状低エコー像の存在は、子宮血行障害の状態を反映し、点状低エコー像は子宮のうっ血水腫を示す所見と考えられる。

すでに、bLac値が5.0mmol/l以上の症例で子宮壊死の存在が疑われ、6.5mmol/l以上では母牛は予後不良と診断されることを報告している[26]。子宮壊死が認められた症例6-9では、症例8を除く3例においてbLac値が5.0mmol/l以上に増加していた。以上の結果より、経直腸超音波検査とbLac値測定を併用することは、子宮組織への血行障害の診断に有用であることが判明した。

経直腸超音波検査において、妊娠子宮全体を描出することは不可能であるが、症例9において直接子宮切開部位から超音波で描出した画像においても経

直腸による検査と同様の画像が得られたことから、直腸検査で確認できる範囲を超音波画像に描出することで診断可能であると考えられる。

子宮捻転の治療方法は、妊娠期間、重症度、母牛・子宮や胎子の状態などから総合的に判断して決定され、すべての子宮捻転において用いられる絶対的な方法は存在しない[15]。子宮血行障害を伴う重症例では、子宮組織が脆弱化しているため、子宮破裂や大血管の破裂を招く恐れがあり[15]、より慎重な整復が必要とされる。胎子を触知できないほど重度の子宮捻転では、経直腸超音波検査において子宮断面肥厚や低エコー等の血行障害を示す所見が認められた場合には、早期に開腹手術を実施することで母牛生存率が改善される可能性がある。さらに、経直腸超音波検査での異常所見に加えて、bLac 値が 5.0mmol/l 以上に増加している場合には、子宮壊死が疑われるため、子宮摘出術[39]の適応も考慮して判断する必要がある。

また、胎子の生死も開腹手術適否に大きく影響するが、重症例ほど産道は完全に閉塞しており、膣から胎子を触診することは難しい。重度の子宮捻転における子宮への血行障害の持続により胎子は死亡するとの報告[39]があるが、それと同様、本調査において子宮組織への血行障害が存在する症例における子牛生存率は、極めて低いことが判明した。したがって、経直腸超音波検査により子宮血行障害を診断することは、胎子の生死も同時に診断可能であると考えられた。

本研究結果から、重度子宮捻転において経直腸超音波検査が、子宮の血行障害を診断できる可能性が示唆された。胎子を触知できないほど重度の子宮捻転の場合、血行障害の状態によって母子の予後は異なるため、超音波検査と bLac 値測定を併用することは、開腹手術選択を含めた子宮捻転の治療判断と予後判定に有用と考えられた。

4.5 小括

本研究の結果から、子宮組織への血行障害が認められる症例では、母子ともに生存率が低下する傾向があることが立証できた。しかし、血行障害の的確な診断根拠が存在しないため、開腹してはじめて子宮の血行障害が発見される場合が多い。胎子を触知できないほど重度の子宮捻転の症例では、野外で子宮捻転整復できる症例はとても少なく、33例中29例(87.9%)で開腹手術が必要とされた。したがって、開腹前に子宮血行障害が診断できれば、予後判定や治療法の選択に有用である。そこで、経直腸超音波検査とbLac値測定の併用による重症度診断の有用性を検討した。9頭の重度子宮捻転に罹患したホルスタイン種乳牛において開腹時の子宮血行状態と経直腸超音波検査及びbLac値との比較を行った。その結果、開腹時に子宮血行障害が認められる症例では、超音波検査所見において子宮断面の肥厚(15-25mm)と点状の低エコー像が描出された。さらに、子宮壊死が認められる症例では、超音波検査所見の異常に加えて、bLac値が5.0mmol/l以上に増加していた。

以上の成績から、牛の子宮捻転において経直腸超音波検査とbLac値測定を併用することは、子宮血行障害を診断可能であり、開腹手術を含めた診療方針の決定と予後の予測に有用であると考えられた。

Table 1. 子宮捻転による開腹手術後の母子生存率 (%)

子宮血行状態	母牛	子牛
血行障害なし	90.9 ^{a)} (10/11)	27.3 (3/11)
血行障害あり	60.0 (3/5)	0 (0/5)
壊死	15.4 ^{b)} (2/13)	0 (0/13)

ab 間に有意差あり($P < 0.01$)

Table 2. 重度子宮捻転に罹患した9頭における開腹手術時の肉眼所見, 超音波所見, 血中乳酸(bLac)値

子宮血行状態	超音波所見						予後
	症例 No.	子宮断面の厚さ (mm)	点状低エコー領域	bLac (mmol/l)	母牛	子牛	
血行障害なし	1	10	-	2.3	生存	生存	
	2	10	-	4.2	生存	生存	
	3	10	-	2.8	生存	死亡	
血行障害あり	4	20	+	2.3	生存	死亡	
	5	25	+	1.2	生存	死亡	
壊死	6	15	+	5.0	廃用	死亡	
	7	25	+	5.5	廃用	死亡	
	8	25	+	1.8	廃用	死亡	
	9	25	+	23.4	死亡	死亡	



Fig 1. 症例 2 の開腹手術時の超音波所見(A)と肉眼所見(B)
矢印:子宮断面の厚さ 矢頭:直腸壁

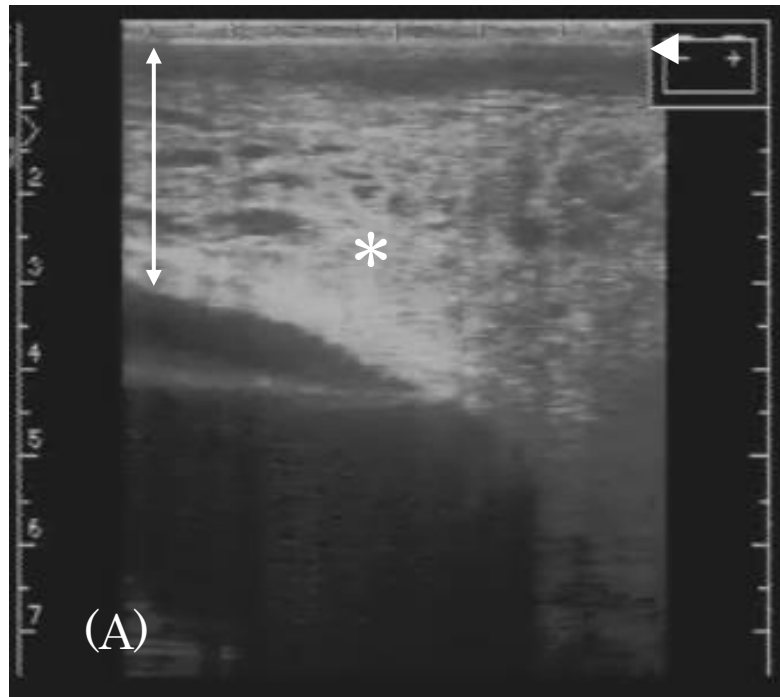


Fig 2. 症例 8 の開腹手術時の超音波所見(A)と肉眼所見(B)
 A : 子宮断面の肥厚 (矢印) と点状低エコー領域 (*) 矢頭 : 直腸壁
 B : 暗紫色に変色した子宮と血様腹水 (☆)

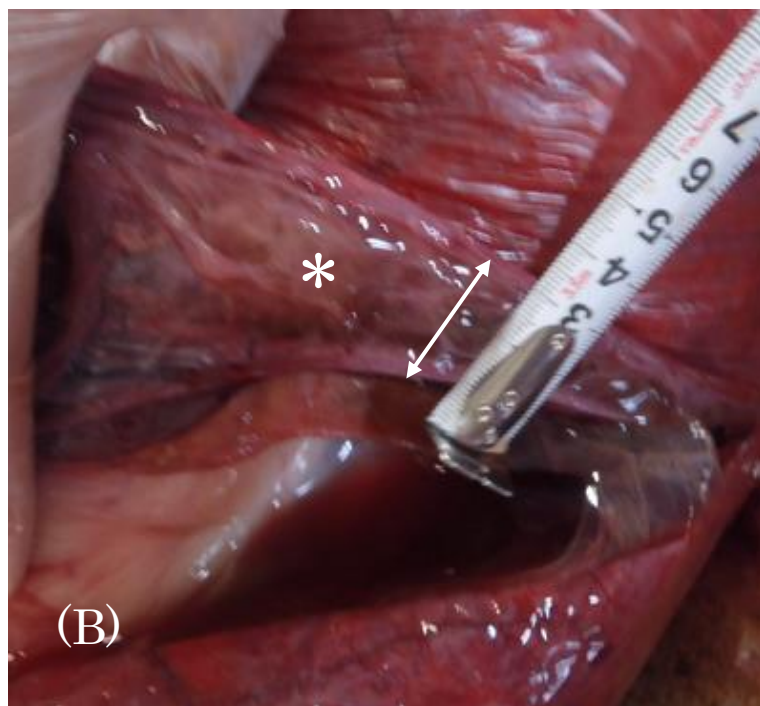
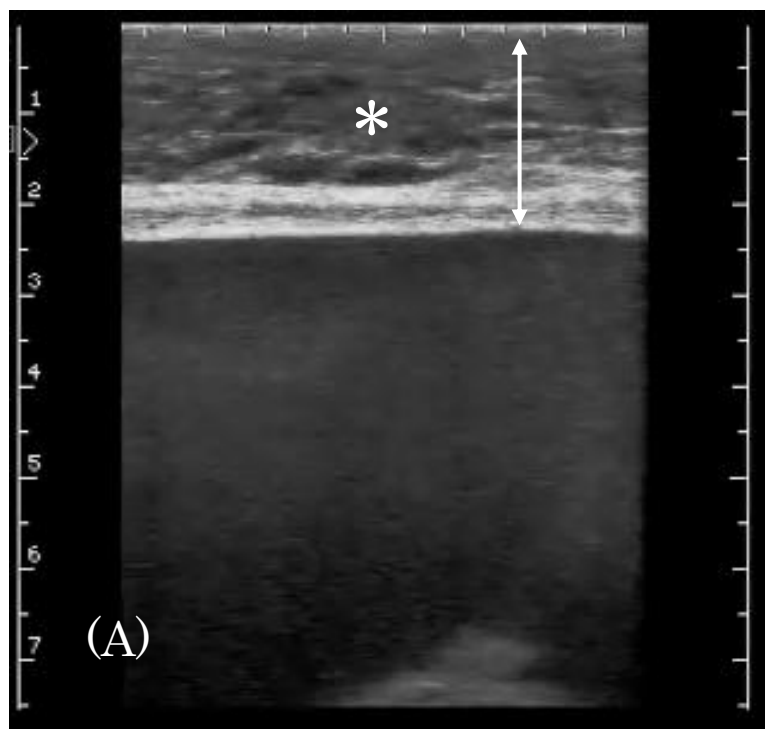


Fig 3. 症例 9 の超音波所見(A)と肉眼所見(B)
 A : 子宮断面の肥厚 (矢印) と点状低エコー領域 (*)
 B : 子宮断面の肥厚 (矢印) と子宮のうっ血水腫 (*)

第5章 総括

子宮捻転は、乳牛の難産の一般的な原因であり、獣医師への診療依頼が多い疾病である。しかし、現状の子宮捻転診療には大きな問題点が二つ挙げられる。一つは、治癒率は比較的高いにも関わらず、その後不受胎を理由に淘汰される母牛が多いこと、もう一つは、重症例ほど母体回転法や後肢吊り上げ法などの様々な子宮捻転整復法が繰り返されていることである。これまでの子宮捻転に関する報告では、捻転整復方法についての検討は多いが、長期的な予後や重症度の分類や診断について検証した調査は少ない。したがって、捻転整復以外の重症度診断や処置に関しても検討が必要と考えられる。

子宮捻転治癒牛において、不受胎牛が多いことの原因の一つとして、不適切な産科処置が考えられる。現在、子宮捻転整復直後に子宮頸管拡張不全のまま、無理な胎子牽引が実施される症例が多く、それが難産や産道損傷を引き起こしている。これは、捻転整復ばかりに着目し、その後の産科処置を軽視したこと、胎子が産道内で死亡してしまうことを恐れた結果と考えられる。そこで、第2章において、子宮捻転整復後の産科処置が、母牛の長期的な予後と子牛へ与える影響について検討した。

また、重症例ほど野外での様々な子宮捻転整復法が繰り返されていることに関しては、的確な重症度診断法が存在しないことが原因と考えられる。つまり、重症例ほど子宮組織への血行障害を伴う場合が多いが、開腹手術において肉眼的に確認する以外に明確な基準が存在しない。そこで、第3・4章において、現場で即時的に測定できる実際的な子宮捻転重症度診断法および開腹手術の適応について検討を行った。

1. 子宮捻転整復後の産科処置が母子の生存率および母牛の繁殖成績に及ぼす影響 [第2章]

子宮捻転整復後には、子宮頸管拡張不全が多く認められるため、産科処置について判断が必要となる。しかし、胎子が産道内で死亡することを恐れ、子宮頸管拡張不全のまま強引な胎子牽引が実施される症例も多く、その後の不受胎や子牛の死亡に関係している可能性が考えられる。そこで、子宮捻転整復後の産科処置の違いが母牛の繁殖成績および子牛の生存率に及ぼす影響について調査し、子宮捻転整復後の産科処置の選択の臨床上の重要性を検討した。

子宮捻転整復に成功したホルスタイン種乳牛 112 頭を、胎子娩出状況別に無処置・軽度牽引群 (48 頭)、中・重度牽引群 (48 頭)、帝王切開群 (16 頭) の 3 群に分けて成績を比較した。その結果、1 年後の最終受胎率は、無処置・軽度牽引群は 89.4%であったのに対し、中・重度牽引群は 67.4%と有意に低下していた。また、帝王切開群では、母牛生存率は低下していたものの、繁殖成績には差は認められなかった。子宮捻転整復から娩出までの経過時間についての調査より、生存率は母子ともに 3 時間までは変わらなかったが、3 時間以上経過した場合に低下する傾向がみられた。さらに、子宮捻転整復直後では無処置・軽度牽引群よりも中・重度牽引群の割合が高かったが、1~3 時間後になると無処置・軽度牽引群の割合のほうが増加した。

以上の成績から、子宮捻転整復後に重度牽引や産道損傷を伴うことは、その後の繁殖成績を低下させるため、子宮捻転整復後の産科処置の選択は重要であることが立証された。子宮捻転整復後に子宮頸管拡張不全が認められる場合には、無理に胎子を牽引するのではなく、3 時間程度、経過観察することが重要と考えられた。

2. 子宮捻転による子宮壊死および予後診断のための血中乳酸値測定の有用性 [第3章]

牛の子宮捻転において、重症度および予後を的確に診断できれば、診療方針決定に有用である。本章では、血中乳酸（bLac）値、血中ASTおよびCK活性値の子宮捻転罹患牛における診断マーカーとしての有用性を検討した。まず、重症度および予後の違いによるbLac値、血中ASTおよびCK活性値の比較を行ったところ、bLac値は、子宮壊死を伴う場合および予後不良であった場合に有意な増加が認められた。しかし、血中ASTおよびCK活性値には、bLac値ほど有意な増加が認められなかった。そこで、bLac値の子宮壊死および予後不良検出のための診断識別値を算出するために、ROC分析を実施した。その結果、bLac値診断識別値は、子宮壊死および予後不良がそれぞれ >5.0 および $>6.5\text{mmol/l}$ に設定された。

以上の成績から、子宮捻転に罹患した乳牛では、bLac値の増加が子宮壊死および予後不良の診断予測因子となり得ることが判明した。さらに、bLac値が 5.0 以上で 6.5mmol/l 未満の場合には、子宮壊死を伴う症例であることを考慮し、早期に開腹手術・帝王切開術を実施することで、予後の改善が図れる可能性があると考えられた。

3. 経直腸超音波検査およびbLac値測定の併用による子宮捻転の重症度診断

[第4章]

牛の子宮捻転において、重症度および予後を的確かつ即時に診断できれば、診療方針決定に有用である。前章の結果から、bLac値測定により子宮壊死と予後不良牛の診断は可能であるが、血行障害の発生を壊死に至る前に診断できればさらに有用である。本章では、子宮卵巣の形態的な変化を即時に診断可能な経直腸超音波検査とbLac値測定の併用による重症度診断の有用性を検討した。

9頭の重度子宮捻転に罹患したホルスタイン種乳牛において開腹時の子宮血行状態と経直腸超音波検査及び血中乳酸値との比較を行った。その結果、開腹

時に子宮血行障害が認められる症例では、超音波検査所見において子宮断面の肥厚（15-25mm）と点状の低エコー像が描出された。さらに、子宮壊死が認められる症例では、超音波検査所見の異常に加えて、bLac 値が 5.0mmol/l 以上に増加していた。

以上の成績から、牛の子宮捻転において経直腸超音波検査と bLac 値測定を併用することは、子宮血行障害を診断可能であり、開腹手術を含めた診療方針決定と予後予測に有用なことが示唆された。

以上の成績から、乳牛の子宮捻転診療では、子宮捻転整復後は子宮頸管拡張不全に留意し、不要な胎子牽引を避けることが重要であることが立証された。また、胎子を触知できないほど重度の子宮捻転の場合は、経直腸超音波検査と bLac 値測定による重症度診断が有用であることが判明した。経直腸超音波検査において、子宮断面の肥厚や点状低エコー領域が認められる場合には、早期に開腹手術の実施を考慮することが予後の改善につながると考えられた。

謝 辞

本稿を終わるにあたり，終始多大なるご指導を頂きました，日本獣医生命科学大学 臨床繁殖学教室 河上栄一教授，小林正典先生に深甚なる謝意を表します。また，本研究に対し様々なご指導、ご助言を頂いた，岡山理科大学獣医学部 山田裕准教授に深く感謝の意を表します。

さらに，本研究を行うに際してご尽力を頂きました，北海道ひがし農業共済組合 中尾茂氏，加藤肇氏，内田嗣夫氏，佐藤洋平氏，佐久間元希氏，羽生明正氏，佐藤あかね氏，中田悟史氏，木村和也氏，向井周平氏に心から感謝申し上げます。

最後に，本研究に対し，様々なご協力を頂いた北海道根室管内の酪農家の皆様に厚く御礼申し上げます。

参考文献

1. Ali, A., Derar, R., Hussein, H. A., Abd Ellah, M. R. and Abdel-Razek, A. K. 2011. Clinical, hematological, and biochemical findings of uterine torsion in buffaloes (*Bubalus bubalis*). *Anim. Reprod. Sci.* **126**: 168–72.
2. Amin, S. M., Amer, H. A., Hussein, A. E. and Hazzaa, A. M. 2011. Creatine phosphokinase and aspartate aminotransferase profiles and its relation to the severity of uterine torsion in Egyptian buffalo. *Anim. Reprod. Sci.* **123**: 163–8.
3. Aubry, P., Warnick, L. D., DesCôteaux, L. and Bouchard, E. 2008. A study of 55 field cases of uterine torsion in dairy cattle. *Can. Vet. J.* **49**: 366–372.
4. Bakker, J., Gris, P., Coffernils, M., Kahn, R. J. and Vincent, J.-L. 1996. Serial blood lactate levels can predict the development of multiple organ failure following septic shock. *Am. J. Surg.* **171**: 221–226.
5. Bernardin, G., Pradier, C., Tiger, F., Deloffre, P. and Mattei, M. 1996. Blood pressure and arterial lactate level are early indicators of short-term survival in human septic shock. *Intensive Care Med.* **22**: 17–25.
6. Boulay, G., Francoz, D., Doré, E., Dufour, S., Veillette, M., Badillo, M., Bélanger, A.-M. and Buczinski, S. 2014. Preoperative cow-side lactatemia measurement predicts negative outcome in Holstein dairy cattle with right abomasal disorders. *J. Dairy Sci.* **97**: 212–21.
7. Brooks, G. 1999. Uterine torsion in a cow. *Vet. Rec.* **145**: 292.
8. Buczinski, S., Doré, E., Boulay, G. and Francoz, D. 2014. Validation of the handheld Lactate-Pro analyzer for measurement of blood L-lactate concentration in cattle. *Vet. Clin. Pathol.* **43**: 567–72.
9. Constable, P. D., St Jean, G., Hull, B. L., Rings, D. M. and Hoffsis, G. F. 1991.

- Prognostic value of surgical and postoperative findings in cattle with abomasal volvulus. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* **199**: 892–8.
10. Delesalle, C., Dewulf, J., Lefebvre, R. A., Schuurkes, J. A. J., Proot, J., Lefere, L. and Deprez, P. 2007. Determination of lactate concentrations in blood plasma and peritoneal fluid in horses with colic by an Accusport analyzer. *J. Vet. Intern. Med.* **21**: 293–301.
 11. Dematawewa, C. M. and Berger, P. J. 1997. Effect of dystocia on yield, fertility, and cow losses and an economic evaluation of dystocia scores for Holsteins. *J. Dairy Sci.* **80**: 754–761.
 12. Drost, M. 2007. Complications during gestation in the cow. *Theriogenology*. **68**: 487–91.
 13. Figueiredo, M. D., Nydam, D. V., Perkins, G. A., Mitchell, H. M. and Divers, T. J. 2006. Prognostic value of plasma L-lactate concentration measured cow-side with a portable clinical analyzer in Holstein dairy cattle with abomasal disorders. *J. Vet. Intern. Med.* **20**: 1463–70.
 14. Frazer, G. S. and Perkins, N. R. 1995. Cesarean section. *Vet. Clin. North Am. Food Anim. Pract.* **11**: 19–35.
 15. Frazer, G. S., Perkins, N. R. and Constable, P. D. 1996. Bovine uterine torsion: 164 hospital referral cases. *Theriogenology*. **46**: 739–58.
 16. 石井 三都夫, 金森 隆, 遠藤 正司, 鶴岡 勇, 野沢 俊範, 福田 雄, 山本 康了, 実川 豪志, 島村 努, 内海 晶彦, 松井 伸一 2000. 乳牛の子宮捻転整復における後肢吊り上げ法. 日本獣医師会雑誌. **53**: 297–301.
 17. 石崎 孝久 1981. 子宮捻転における用手回転法による整復について. 家畜診療. 28–31.
 18. Johnston, K., Holcombe, S. J. and Hauptman, J. G. 2007. Plasma lactate as a predictor of colonic viability and survival after 360 degrees volvulus of the ascending colon in horses. *Vet. Surg.* **36**: 563–7.

19. 草刈 直仁 2006. 技術情報 乳牛の栄養および健康管理と繁殖成績. 家畜人工授精. 16–31.
20. Laven, R. and Howe, M. Uterine torsion in cattle in the UK.
21. Liao, X. P., She, Y. X., Shi, C. R. and Li, M. 1995. Changes in body fluid markers in intestinal ischemia. *J. Pediatr. Surg.* **30**: 1412–5.
22. Lyons, N., Gordon, P., Borsberry, S., Macfarlane, J., Lindsay, C. and Mouncey, J. 2013. Clinical Forum: Bovine uterine torsion: a review. *Livestock.* **18**: 18–24.
23. Mangurkar, B. R., Hayes, J. F. and Moxley, J. E. 1984. Effects of calving ease-calf survival on production and reproduction in Holsteins. *J. Dairy Sci.* **67**: 1496–1509.
24. Manning, J., Marsh, P., Marshall, F., McCorkell, R., Muzyka, B. and Nagel, D. 1982. Bovine uterine torsion: a review illustrated by cases from the Western College of Veterinary Medicine Large Animal Clinic. *Bov. Pract.* 94–98.
25. Moore, J. N., Owen, R. R. and Lumsden, J. H. 1976. Clinical evaluation of blood lactate levels in equine colic. *Equine Vet. J.* **8**: 49–54.
26. Murakami, T., Nakao, S., Sato, Y., Nakada, S., Sato, A., Mukai, S., Kobayashi, M., Yamada, Y. and Kawakami, E. 2017. Blood lactate concentration as diagnostic predictors of uterine necrosis and its outcome in dairy cows with uterine torsion. *J. Vet. Med. Sci.* **79**: 513–516.
27. 永井 文紀、藤本 勝久、阿部 英雄、川島 明夫、山本 純、安藤 達哉 1997. 立位押し込み回転法による牛子宮捻転整復. 家畜診療. **408**: 17–20.
28. 中尾敏彦., 津曲茂久. 片桐成二. 2012. 獣医繁殖学, Bun'eido Shuppan.
29. Newman, K. D. 2008. Bovine cesarean section in the field. *Vet. Clin. North Am. Food Anim. Pract.* **24**: 273–93, vi.
30. Newman, K. D. and Anderson, D. E. 2005. Cesarean section in cows. *Vet. Clin. North Am. Food Anim. Pract.* **21**: 73–100.
31. Noakes, D., Parkinson, T. and England, G. C. W. 2009. Torsion of the uterus. pp.

- 235–239. *In: Veterinary reproduction and obstetrics. ninth edition*, 9th ed., Saunders Ltd., London.
32. Noakes, D., Parkinson, T. and England, G. C. W. 2009. The caesarean operation. pp. 347–367. *In: Veterinary reproduction and obstetrics. ninth edition*, 9th ed., Saunders Ltd., London.
33. de Papp, E., Drobatz, K. J. and Hughes, D. 1999. Plasma lactate concentration as a predictor of gastric necrosis and survival among dogs with gastric dilatation-volvulus: 102 cases (1995-1998). *J. Am. Vet. Med. Assoc.* **215**: 49–52.
34. Pearson, H. 1971. Uterine torsion in cattle: a review of 168 cases. *Vet. Rec.* **89**: 597–603.
35. Penny, C. D. 1999. Uterine torsion of 540(o) in a mid-gestation cow. *Vet. Rec.* **145**: 230.
36. Roberts, S. J. and Hillman, R. B. 1973. An improved technique for the relief of bovine uterine torsion. *Cornell Vet.* **63**: 111–116.
37. Roberts, S. J., 臼井和哉 and 河田啓一郎 1978. 子宮捻転. pp. 155–157. *In: 獣医産科・繁殖学：その診断と治療*.
38. Roberts, S. J., 臼井和哉 and 河田啓一郎 1978. 子宮捻転とその他の子宮変位. pp. 232–236. *In: 獣医産科・繁殖学：その診断と治療*, 学窓社.
39. Schönfelder, A. M. and Sobiraj, A. 2006. Cesarean section and ovariohysterectomy after severe uterine torsion in four cows. *Vet. Surg.* **35**: 206–10.
40. Swelum, A. A.-A., Amin, S. E., Eidaroos, A.-S. and Hazzaa, A.-B. M. 2012. Prognosis prediction of uterine torsion mechanical treatment (rolling) after estimation of calcium and creatinine level in the serum of buffaloes (*bubalus bubalis*). *Theriogenology.* **78**: 1048–55.
41. 寺崎 信広, 岸 裕明, 石川 行一 2009. 立位用手頭部回転法による乳牛の子宮捻転整復. *家畜診療.* **56**: 489–496.

42. Thompson, J. R., Pollak, E. J. and Pelissier, C. L. 1983. Interrelationships of parturition problems, production of subsequent lactation, reproduction, and age at first calving. *J. Dairy Sci.* **66**: 1119–1127.
43. Wittek, T., Constable, P. D. and Fürll, M. 2004. Comparison of abomasal luminal gas pressure and volume and perfusion of the abomasum in dairy cows with left displaced abomasum or abomasal volvulus. *Am. J. Vet. Res.* **65**: 597–603.
44. Zacher, L. A., Berg, J., Shaw, S. P. and Kudej, R. K. 2010. Association between outcome and changes in plasma lactate concentration during presurgical treatment in dogs with gastric dilatation-volvulus: 64 cases (2002-2008). *J. Am. Vet. Med. Assoc.* **236**: 892–7.