

乳牛の分娩において牽引の程度が新生子牛の活力、 血液ガス、血清IgG濃度に及ぼす影響

杉本仁美¹⁾ 滄木孝弘¹⁾ 遠藤裕之²⁾
 山川和宏¹⁾ 新盛英子¹⁾ 石井三都夫^{1)†}

1) 帯広畜産大学臨床獣医学研究部門 大動物巡回臨床研究室 (〒080-8555 北海道帯広市稲田西2-11)
 2) 釧路地区NOSAI事業部 損防検査課

(2011年3月23日受付・2011年5月30日受理)

要 約 道東の2農場にて出生したホルスタイン乳用子牛計36頭を用い、牽引の程度が子牛の活力、血液ガス、血清免疫グロブリン (Ig) G濃度に及ぼす影響を調査した。牽引状況を数値化するために、牽引強度と牽引時間をそれぞれ4段階 (0～3) で評価しスコア化したものを掛け合わせて牽引スコア (0～9) とし、牽引スコアの値によって子牛を自然分娩群 (0)、軽度牽引群 (1)、中程度牽引群 (2～3) および重度牽引群 (4～9) の4群に分類した。活力の評価には、ヒトのApgarスコアを子牛用に改変したものをを用い、出生3分後に評価した。子牛の採血は頸静脈より行った。結果、Apgarスコアは自然分娩群と比較し軽度牽引群、重度牽引群で有意に低下した (それぞれ $p<0.05$)。出生5分後の静脈血水素イオン指数 (pH) は、中程度から重度の牽引群において自然分娩群から軽度牽引群までと比較して有意に低下し ($p<0.01$)、二酸化炭素分圧 ($p\text{CO}_2$) は有意に増加した ($p<0.005$) が、重炭酸イオン濃度 (HCO_3^-) はどの時点においても群間に差は認めなかった ($p>0.75$)。また、出生24時間後の血清IgG濃度は自然分娩群と牽引群の間には有意な差は認めなかったが、牽引群内で重度になるにつれ低下し、軽度・重度牽引群間で有意差が認められた ($p<0.05$)。さらに、出生5分後の静脈血pHと24時間後血清IgG濃度との間に有意な相関が認められた ($r=0.69$, $p<0.0005$)。以上の結果より、牽引強度の増大と牽引時間の延長は子牛の活力低下および換気障害から呼吸性アシドーシスにつながり、免疫移行にも影響することが示唆された。助産を行う際は、母牛の状態に合わせて介入し、最小限の力で娩出させることを心がける必要があると考えられた。加えて、出生時アシドーシスであった子牛に対しては、早期に良質な初乳を十分に与えるなど、免疫移行不全に陥らないよう特に注意し、移行不全が疑われる場合は様々な感染症の予防、早期発見および治療などを行う必要があると考えられた。

——キーワード：牽引、乳用新生子牛、Apgar、血液ガス分析、IgG濃度

.....産業動物臨床医誌 2(1): 14-19, 2011

1. はじめに

難産による分娩時間の延長や過度の牽引は、胎子胎盤の血液循環障害につながり [1]、新生子牛において低酸素血症やアシドーシス、新生子仮死を引き起こすことが知られている [1-4]。さらに、アシドーシスの子牛や長時間にわたる分娩で衰弱した子牛では初乳摂取の遅れ、免疫グロブリン (Ig) G吸収効率の低下が起こるため、免疫移行不全、疾病率や死亡率が増加するという報告も

ある [5-8]。しかしながら、出生直後の子牛に対する難産の影響について客観的に評価した報告は未だ少ない。

新生子牛の評価には、血液一般検査のほかに、血液水素イオン指数 (pH)、血中二酸化炭素分圧 ($p\text{CO}_2$)、血中酸素分圧 ($p\text{O}_2$)、余剰塩基 (BE)、重炭酸イオン (HCO_3^-) 濃度の測定による酸塩基平衡や血中酸素状態の評価、血清IgG濃度や血清蛋白の測定を用いた免疫移行の評価などが行われている [1-4, 9]。また、新生児の

† 連絡責任者：石井三都夫 (帯広畜産大学臨床獣医学研究部門 大動物巡回臨床研究室)
 〒080-8555 北海道帯広市稲田西2-11 ☎ 0155-49-5377 FAX 0155-49-5377
 E-mail : mishii@obihiro.ac.jp

活力を評価するために、ヒト医療においては、1952年にVirginia Apgarが開発した評価システムが広く用いられている [10]。このApgarスコアは、元来は創作者の名にちなんだものであったが、同時に評価項目であるAppearance(外見), Pulse(脈拍), Grimace(しかめ面), Activity(活動性), Respiration(呼吸)それぞれの頭文字を表している。Apgarスコアは各項目0～2点の総和0～10点で評価されるが、短期的生存率の予測において高い評価と信頼性があり、獣医学領域においても馬, 牛, 豚, 犬などの新生子の臨床状態の評価に導入されている [4, 11-14]。衰弱した子牛をできるだけ早く発見し処置を行うために、新生子期のこれらの評価は重要である。

本研究の目的は、乳牛の分娩における牽引の程度が新生子牛の活力、血液ガス、血清IgG濃度に及ぼす影響について調査することである。

2. 材料および方法

供試牛：2006年から2009年に道東の2農場にて出生したホルスタイン種乳用新生子牛計36頭を用いた。出生時、産道内に子牛の肢が残っているか否かにかかわらず、臍動脈の拍動が停止した時点を出生とした。

評価方法：分娩時に母牛の分娩状況、牽引状況を記録

した。

牽引状況は、母牛および子牛に及ぼす力学的なダメージを数値化するために、牽引の人数と牽引器使用の有無による牽引強度、および牽引時間によってそれぞれ4段階で評価し使用した。牽引強度は0：牽引なし、1：牽引器を使用しない1人での助産、2：牽引器を使用した1人での助産あるいは牽引器を使用しない2～3人の助産、3：牽引器を使用した2～3人での助産あるいは牽引器を使用しない4人以上の助産とし、牽引時間は0：牽引なし、1：5分未満、2：5分以上10分未満、3：10分以上とした。物理学的な力積の観点から、牽引強度が大きいほど、時間が長いほど母子への影響は大きくなると考え、牽引強度と牽引時間の積を牽引スコア(0～9)とし、これに基づいて子牛を4群(0：自然分娩、1：軽度牽引、2～3：中程度牽引、4～9：重度牽引)に群分けし比較検討した(表1)。

子牛については、給与初乳中IgG濃度、哺乳時間、哺乳量等を記録した。また、活力を評価するために、ヒトで用いられているApgarスコア [15] による評価方法を子牛用に改編し、出生3分後の状態を5項目(心拍数/呼吸/粘膜色/筋緊張/趾間反射)を各0～2点の総和(0～10)で評価した(表2)。

表1. 牽引状況の評価方法

牽引強度	牽引人数(人)	牽引器	牽引時間	牽引時間(分)
0	0	なし	0	0
1	1	なし	1	< 5
2	1	あり	2	5～10
	2～3	なし	3	10≦
3	2～3	あり		
	4≦	なし		

牽引スコア = 牽引強度 × 時間

牽引スコア	群分類
0	自然分娩
1	軽度牽引
2～3	中程度牽引
4～9	重度牽引

表2. 出生3分後における子牛Apgarスコアの評価方法 (Gary DVH, 2006 [15] を改編)

	0	1	2
心拍数	なし	<100/分	≧100/分
呼吸	なし	不規則で浅い	規則的で深い
歯肉の色	蒼白～暗紫	紫	ピンク
筋緊張	横臥・沈うつ	伏臥・時々頭を振る	頻繁に頭を振る
趾間刺激への反射	なし	鈍い・緩慢	鋭い・素早

採血および検査方法：採血には21G採血針およびペノジェクトII真空採血管（テルモ，東京）を用い，子牛頸静脈より採血した．血液ガス分圧の測定にはヘパリン加真空採血管を使用し，出生5分後，1時間後，24時間後の計3回採血した．血液は採取後冷蔵保存し，37℃で15分加温後i-STATアナライザーおよびカートリッジEG7⁺（扶桑薬品工業製，東京）を用いてpH，pCO₂，BE，HCO₃⁻濃度，総二酸化炭素濃度（tCO₂），ナトリウムイオン（Na⁺），カリウムイオン（K⁺），クロールイオン（Cl⁻）を測定した．

血清IgG濃度の測定にはブレイン真空採血管を使用し，出生24時間後に採血した．採取血液は2700rpmで15分間遠心分離し得られた血清をウシIgGプレート（メタボリックエコシステム研究所，宮城）を用いて放射状免疫拡散（SRID）法にて測定した．給与初乳は10000rpmで30分遠心分離し，得られた乳清のIgG濃度を血清と同じくウシIgGプレートを用いて測定した．

統計分析：各群間の比較には，Studentのt検定を用いた．順序変数であるApgarスコアについてはノンパラメトリック検定であるKruskal-Wallis検定を用いて行った．血中pHとIgG濃度の関係においては単回帰分析を実施し，相関性についての評価を行った．それぞれの危険率は5%未満とした．

3. 結果

子牛36頭のうち，自然分娩で生まれた牛は13頭であった．牽引を行った23頭について牽引スコアにより群分けした結果，軽度牽引群10頭，中程度牽引群8頭，重度牽引群が5頭であった．

牽引スコアとApgarスコア：出生3分後のApgarスコアは自然分娩群が平均で最も高く，軽度牽引群および重度牽引群は自然分娩群と比較し有意に低下していた（それぞれ $p<0.05$ ，図1）．

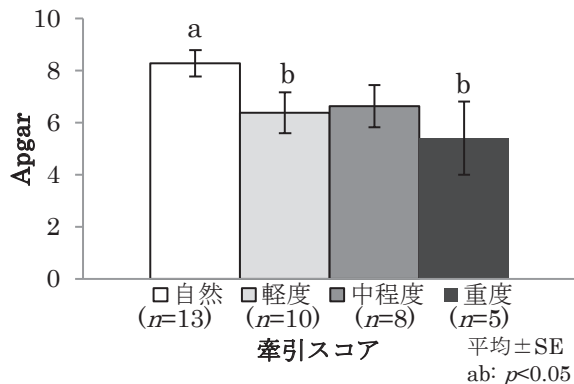


図1. 牽引スコアとApgarスコアの関係

牽引スコアと酸塩基平衡：自然分娩で出生した子牛11頭，牽引分娩16頭から採材を行った．静脈血pHとpCO₂，HCO₃⁻濃度を出生5分後，1時間後，24時間後の時間経過で示した．出生5分後には全般的にpHの低下がみられたが，個体による差が大きく，pHは自然分娩群および軽度牽引群（A群）と比較して中程度および重度の牽引群（B群）において有意に低下していた（ $p<0.01$ ）．1時間後には中程度と重度牽引群のpHはやや上昇し，24時間後には正常値に回復した．1時間，24時間後には個体による差は認められなかった（図2）．

5分後のpCO₂においても個体による差は大きく，自然分娩群および軽度牽引群（A群）と比較して中程度および重度の牽引群（B群）は有意に高値を示したが（ $p<0.005$ ），1時間後と24時間後には差は認められなくなった（図3）．

HCO₃⁻濃度では，平均値は5分後の22.5~26.1mmol/lから24時間後の30.5~31.3mmol/lまで徐々に増加したが，どの時点においても群間に差は認められなかった（ $p>0.75$ ，図4）．

牽引スコアとIgG濃度：自然分娩で出生した子牛12頭，牽引分娩23頭より採血を行った．24時間後の血清

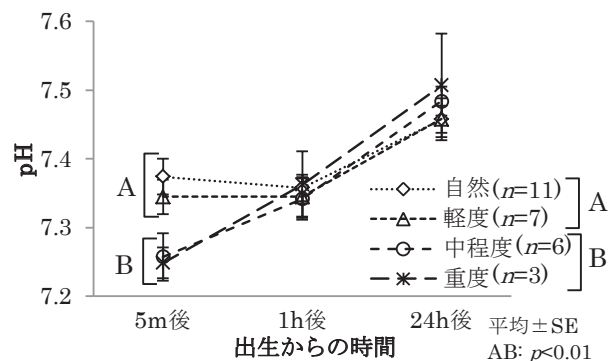


図2. 牽引スコアと静脈血pHとの関係の経時的変化

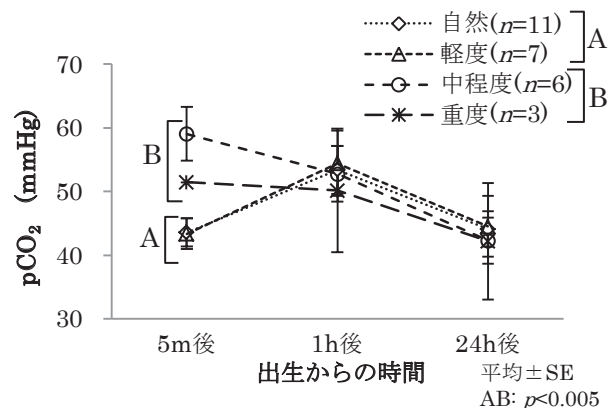


図3. 牽引スコアと静脈血二酸化炭素分圧（pCO₂）との関係の経時的変化

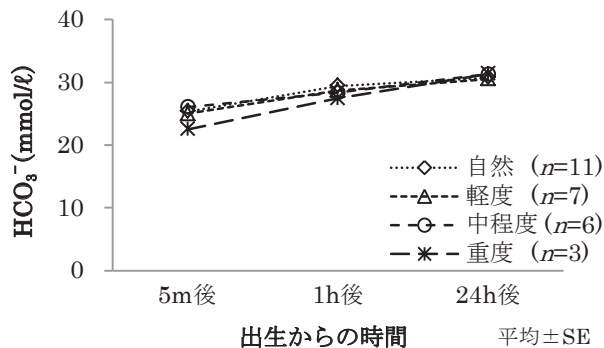


図4. 牽引スコアと静脈血重炭酸イオン (HCO₃⁻) との関係の経時的変化

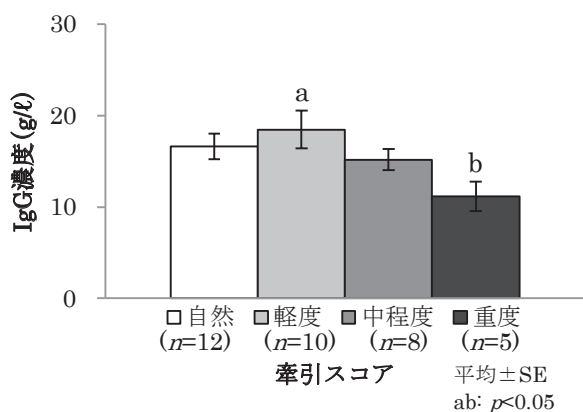


図5. 牽引スコアと24時間後免疫グロブリン (Ig) G濃度との関係

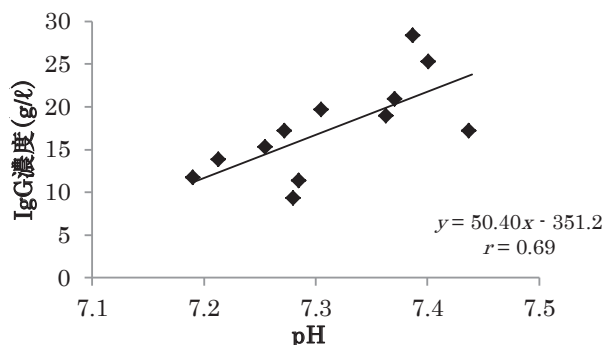


図6. 5分後pHと24時間後血清免疫グロブリン (Ig) G濃度との関係

IgG濃度は、自然分娩群と牽引群の間には有意な差は認めなかったが、牽引群内で重度になるにつれ低下し、軽度・重度牽引群間で有意差が認められた ($p < 0.05$, 図5)。

5分後のpHと24時間後血清IgG濃度との間に正の相関が認められ ($r = 0.69$)、アシドーシスは子牛のIgG吸収に負の影響を及ぼしていることが示唆された。また、相関は子牛血清IgG濃度と摂取初乳中IgG濃度 ($r = 0.38$) および哺乳までの時間 ($r = -0.16$) とのものよりも強かった。

(図6)。

4. 考察

本研究において牽引スコアと子牛のApgarスコア、出生5分後のpH、pCO₂の間に相関が認められた。一方、5分後HCO₃⁻濃度では群間に差が認められなかったことから、牽引群における5分後pHの低下は代謝性よりも換気障害に起因するものであったと考えられた。また、出生5分後の子牛のpHは、出生24時間後の血清IgG濃度と強い相関があった。Besser TEら [5] も、IgG吸収の減少は代謝性よりも呼吸性アシドーシスと関連があり、呼吸性アシドーシスの子牛は哺乳初期に十分量の初乳を摂取していても、初乳中IgG吸収能が低下すると述べており、本研究の結果と一致した。子牛の血清IgG濃度が摂取初乳中IgG濃度や哺乳時間と相関することはよく知られている [16, 17]。本研究においては初乳中のIgG濃度を一定にすることはできなかったが、子牛血清IgG濃度とは摂取初乳中IgG濃度、哺乳までの時間よりも5分後pHの方がより相関が高かった。以上の結果より、牽引強度の増大および牽引時間の延長は子牛の活力低下および換気障害から呼吸性アシドーシスにつながり、IgG吸収能の低下を引き起こすことが示唆された。加えて、今回、1時間後と24時間後にはpHおよびpCO₂は牽引スコアによる差が認められなくなったことから、出生時アシドーシスであった子牛では、アシドーシスが是正された後も初乳IgG吸収に影響が及ぼされる可能性がある。このような子牛に対しては、出生時の蘇生だけでなく、アシドーシス回復後もできる限り早期にIgGが十分に含まれた良質な初乳を十分に与えるなど、免疫移行不全に陥らないよう特に注意し、免疫移行状態の早期確認を行い、移行不全が疑える場合は様々な感染症の予防、早期発見および治療などを行う必要があると考えられた。

本研究では、5分後pH、pCO₂、24時間後IgG濃度において自然分娩と軽度牽引の間に有意差は認められなかった。本研究における自然分娩の中には分娩に立ち会えず状況が確認できなかった分娩も含まれていたため、分娩の過程で胎子に何らかの負の影響が及ぼされていた可能性も考えられる。しかし、自然分娩で生まれた子牛も軽度牽引で生まれたものも良好な値を示していたため、胎子に過度な負荷がかからない軽度の助産であれば酸塩基平衡や血清IgG濃度に影響を及ぼさないと考えられた。

血液ガス分析のための採血には動脈血が用いられることが多い [18, 19]。しかし、本研究では短時間に繰り返し採血を行うことによる子牛損傷の軽減と採材の簡便化のために頸静脈血を用いた。このため子牛の評価にpO₂を用いることはできなかったが、子牛の耳介動脈血と頸静脈血を比較した研究 [9] ではそれぞれのpHの間に十

分な相関 ($r=0.86$) があると報告しており, 他にも子牛の酸塩基状態および血液ガス分圧の評価に静脈血を用いた文献が散見され, 新生子牛のアシドーシスと生存性の評価に成果をあげている [2, 4, 20]. 以上のことから, 出生直後の子牛の評価を目的とした静脈血による血液ガス分圧の測定は, 利用価値のあるものと考えられた.

本研究の結果, 牽引強度の増大と牽引時間の延長は子牛の活力低下および換気障害, アシドーシスにつながり, 免疫移行にも影響することが示唆された. 出生後の子牛の健康のためにはできるだけ分娩を見守り, 母牛の怒責, 産道の弛緩や胎子の活力に合わせて適切なタイミングで介助に入ることが推奨されている [21]. 胎子への影響を最小限に留めるため, 母牛の状態に応じて助産を行い, 牽引する際は最小限の力で娩出させることを心がける必要があると考えられた.

5. 謝 辞

本研究の実施にあたり, サンプルの採取を許可して頂き, 終始ご協力頂きました阿歴内ファーム, 帯広畜産大学フィールド科学センターの皆様方, ご多忙の中血液の測定にご協力頂いた釧路地区NOSAI本部および阿歴内診療所の各先生方に心より深く感謝いたします.

6. 引用文献

1. 山田 裕: 新生子牛の仮死と蘇生方法 (1), 家畜診療, 56, 579-584 (2009)
2. Kudlác E, et al.: Metabolic profile of newborn calves and levels of immunoglobulins in the first days of life (in Czech with English abstract), Vet Med (Praha), 28, 401-412 (1983)
3. Waldner CL, Rosengren LB: Factors associated with serum immunoglobulin levels in beef calves from Alberta and Saskatchewan and association between passive transfer and health outcomes, Can Vet J, 50, 275-281 (2009)
4. Herfen K, Bostedt H: Acid-base status in newborn calves during the first days of life considering different states of vitality (in German with English abstract), Berl Munch Tierarztl Wochenschr, 112, 166-171 (1999)
5. Besser TE, et al.: Decreased colostrum immunoglobulin absorption in calves with postnatal respiratory acidosis, J Am Vet Med Assoc, 196, 1239-1243 (1990)
6. Weaver DM, et al.: Passive transfer of colostrum immunoglobulins in calves, J Vet Intern Med 14, 569-577 (2000)
7. Donovan GA, et al.: Associations between passive immunity and morbidity and mortality in dairy heifers in Florida, USA, Prev Vet Med, 34, 31-46 (1998)
8. Tyler JW, et al.: Partitioning the mortality risk associated with inadequate passive transfer of colostrum immunoglobulins in dairy calves, J Vet Intern Med, 13, 335-337 (1999)
9. Bleul U, et al.: Blood gas and acid-base analysis of arterial blood in 57 newborn calves, Vet Rec, 161, 688-691 (2007)
10. Apgar V: A proposal for a new method of evaluation of the newborn infant, Curr Res Anesth Analg, 32, 260-267 (1953)
11. Schulz J, et al.: Suckling and drinking behavior as criteria of vitality in newborn calves (in German with English abstract), Tierarztl Prax, 25, 116-122 (1997)
12. Alonso-Spilsbury M, et al.: Perinatal asphyxia pathophysiology in pig and human: a review, Anim Reprod Sci, 90, 1-30 (2005)
13. Palmer JE: Neonatal foal resuscitation, Vet Clin North Am Equine, 23, 159-182 (2007)
14. Veronesi MC, et al.: An Apgar scoring system for routine assessment of newborn puppy viability and short-term survival prognosis, Theriogenology, 72, 401-407 (2009)
15. Gary DVH, et al.: The Apgar Score, Pediatrics, 117, 1444-1447 (2006)
16. Tronz-Williams LA, et al.: Passive immunity in Ontario dairy calves and investigation of its association with calf management practices, J Dairy Sci, 91, 840-849 (2008)
17. Jezek J, et al.: Indicators of passive immunity and health status of calves, Acta Veterinaria-Beograd, 60, 513-523 (2010)
18. Drewry JJ, et al.: Effect of high arterial carbon dioxide tension on efficiency of immunoglobulin G absorption in calves, Am J Vet Res, 60, 609-614 (1999)
19. Varga J, et al.: Improved pulmonary adaptation in newborn calves with postnatal acidosis, Vet J, 162, 226-232 (2001)
20. Boyd JW: Relationships between acid-base balance, serum composition and colostrum absorption in newborn calves, Br Vet J, 145, 249-256 (1989)
21. 石井三都夫: 新生子牛のための分娩管理, 徹底・後継牛づくり, 柏村文郎, 鈴木三義 監修, 14-20, デーリイマン社, 札幌 (2010)

Effects of the degree of traction during calving on viability, blood gas and serum IgG concentration in dairy calves.

H. Sugimoto¹⁾ T. Aoki¹⁾ H. Endo²⁾ K. Yamakawa¹⁾ E. Shinmori¹⁾ M. Ishii^{1) †}

1) *Large Animal Medicine Research Unit, Department of Clinical Veterinary Medicine, Obihiro University of Agriculture and Veterinary Medicine, 2-11 Inada-cho Nishi, Obihiro, Hokkaido 080-8555, Japan*

2) *Section of Clinical Inspection and Disease Prevention, Kushiro District Agricultural Mutual Aid Association*

ABSTRACT The objective of the present study was to evaluate the effects of the degree of traction at calving on viability, blood gas and serum immunoglobulin (Ig) G concentration in dairy calves. Thirty-six Holstein newborn calves from two dairy farms in eastern Hokkaido were used in this study. To assess the degree of traction numerically, the traction strength and traction time were separately recorded on a scale of 0 to 3, and these two scores were multiplied. Based on this traction score, calves were classified into four categories: no assistance (0) ; light traction (1) ; moderate traction (2 ~ 3) and strong traction (4 ~ 9). To evaluate the viability of newborn calves, the Apgar scoring system was modified to assess newborn calves at 3 min after birth. Blood was collected from the jugular vein for blood gas analysis and serum IgG assay. As a result, the mean Apgar score was significantly lower in the light traction and strong traction groups compared to that in the no assistance group ($p < 0.05$ for both). The venous blood pH at 5 min was lower in the moderate and strong traction groups ($p < 0.01$), while the partial pressure of carbon dioxide ($p\text{CO}_2$) at 5 min was significantly higher in these groups ($p < 0.005$) than those in the no assistance and light traction groups. However, the bicarbonate concentration (HCO_3^-) did not differ among groups at any time point ($p > 0.75$). Although the concentration of serum IgG at 24 hours after birth did not show a significant difference between any of the traction groups and the no assistance group, it decreased gradually as the traction score increased resulting in a significant difference between the light and strong traction groups ($p < 0.05$). Furthermore, the venous blood pH at 5 min after birth and the serum IgG concentration at 24 h were positively correlated ($r = 0.69$, $p < 0.0005$). These results indicate that strong, prolonged traction may cause decreased vigor, ventilatory impairment and subsequently respiratory acidosis, resulting in negative effects on immune transfer. Therefore, it is necessary to assist calving at a proper timing according to maternal conditions and to pull with a minimum force at traction. We also suggest that, for calves with acidosis at calving, an adequate amount of good-quality colostrum should be supplied soon after the birth in order to avoid failure of passive transfer (FPT). In calves with suspected FPT, prevention against infections is needed. If infection occurs, it should be detected and treated as soon as possible.

—Key Words : Calving time, Traction, Calves' Apgar score, Blood gas analysis, IgG concentration

† *Correspondence to : Mitsuo Ishii (Large Animal Medicine Research Unit, Department of Clinical Veterinary Medicine, Obihiro University of Agriculture and Veterinary Medicine) 2-11 Inada-cho Nishi, Obihiro, Hokkaido 080-8555, Japan
TEL 0155-49-5377 FAX 0155-49-5377 E-mail : mishii@obihiro.ac.jp*

.....Jpn. J. Large Anim. Clin. 2(1): 14-19, 2011