——技術ノート——

子豚における頸静脈カテーテルの装着および長期維持手法

松本光史・井上寛暁・村上 斉・梶 雄次

独立行政法人農業・生物系特定産業技術研究機構九州沖縄農業研究センター
畜産飼料作研究部, 熊本県合志市須屋 2421, 861-1192

(2006 年 3 月 6 日受付, 2006 年 6 月 26 日受理)

緒 言

動物実験における血液サンプルは、動物の栄養状態、病態、ホルモンバランス、遺伝情報等を知る上で重要な役割を果たす。畜産分野、医学分野等で実験動物として供試されることが多い子豚について、長期間にわたって何度も採血を繰り返すために、また、豚を安静状態に保ったままでの採血を可能にするために、いくつかの静脈カテーテル装着・維持法が提案され実施されてきた¹⁻⁴⁾。しかし頸静脈に挿入したカテーテルの体外に出た部分を体表に沿わせてテープなどで簡易固定した場合に、子豚は、柵の隙間に頭を入れたり、物に体を擦りつけたりしてカテーテルを破損することがある。CARROLL らは、一部を体表にテープで固定したカテーテルに 90 cm の延長チューブを接続して、延長チューブを豚房柵の上から吊り下げて維持する方法により、最長 5 日間ではあるが豚に与えるストレスを軽減した状態で採血ができることを示した²⁾。また、頸部腹側の静脈カテーテル挿入部から皮下にカテーテルを通し、末端を背中から体表に出して固定する手法も提案されているが^{3,4)}、手術がやや複雑で豚への侵襲性が比較的高いと考えられる。

我々は、簡易な手術によりカテーテルを頸静脈に確実に挿入し、カテーテルの体外の部分はビニールチューブとウレタンゴムで保護し粘着包帯

で固定して、長期にわたってカテーテルを維持する方法について検討した。

材料および方法

九州沖縄農業研究センターで生産された LWD 交雑種の去勢雄子豚 26 頭（カテーテル装着時の日齢 49~66 日平均体重 14.8 kg）を供試した。表 1 の通り用いたカテーテルの長さ、血管内に挿入したカテーテルの長さをかえて、試験 1 から試験 4 まで 4 つの試験を行った。実験は全て、当研究センターの実験動物委員会の承認を得て、当研究センター実験動物指針に則って行った。

カテーテルキットは、CV レガフォース DX（テルモ、シングルルーメン、18G カテーテル、長さ 30 cm あるいは 50 cm）を用いた（図 1）。抗凝固剤としてヘパリンナトリウム溶液（三菱ウェルファーマ）を最終濃度 100 U/ml に添加した滅菌生理食塩水（以下、ヘパリン生食）を準備し、カテーテル（図 1a）は、末端に注射筒を取り付けて内部をヘパリン生食で満たした。

カテーテルの装着手術は、以下の通り実施した。15 時間以上絶食した子豚に、麻酔前処置として硫酸アトロピン 0.2 mg/kg、アザペロン 4 mg/kg を筋肉内投与した。10 分後、塩酸ケタミン 23 mg/kg の筋肉内投与あるいは 4% イソフルレンの吸入により麻酔導入し、手術中はイソフルレン 1-1.5% と酸素の吸入で深麻酔状態を維持した。

Jugular Vein Catheterization and Long Term Maintenance of Catheter in Young Pigs

Mitsuhito MATSUMOTO, Hiroaki INOUE, Hitoshi MURAKAMI and Yuji KAJI

Department of Animal and Grassland Research, National Agricultural Research Center for Kyushu Okinawa Region, Koshi city, Kumamoto, 861-1192

表 1. 頸静脈カテーテル装着時の概要

	試験 1	試験 2	試験 3	試験 4
供試頭数	4	6	6	10
カテーテル装着時の日齢	66	51	57	49
カテーテル装着時の体重範囲 (kg)	15.2-18.6	12.6-19.8	13.4-15.4	10.7-16.2
カテーテル長 (cm)	30	50	50	50
外頸静脈への挿入長 (cm)	7	17	17	8

図 1. 子豚の頸静脈に装着したカテーテルキット
カテーテルキットは、CV レガフォース DX (テルモ) を用いた。a: カテーテル, b: 導入針, c: 外套管, d: クリップ, e: 混注キャップ

頸部、胸部の毛を全てバリカンで刈り取り、さらに頸部腹側の術部はカミソリによる剃毛を行った。豚は V 字型の手術台に仰向けに寝かせて、四肢をそれぞれヒモで縛って手術台に固定し、頸部腹側の皮膚をポピドンヨード液 (イソジン液, 明治製菓) および 70% エタノールで消毒した。頸部腹側正中線から 2-3 cm 外側の気管横溝状最凹部の皮膚および皮下の筋層 (2 mm 厚程度) を、肩胛骨の前端縁から 2 cm 程度胸骨寄りの位置から体軸に沿って頭部側に約 5 cm 切開 (図 2A) し、その後はピンセットを用いて組織を剥離して外頸静脈を露出させた。カテーテルキットの導入針 (図 1b) に 16G 外套管 (図 1c) を装着し、外頸静脈に穿刺挿入して血液の流入を確認後、さらに外套管だけを進めて、導入針を抜き取った。すぐに外套管を通してカテーテルを外頸静脈内に挿入し、最

後に外套管を抜いてガーゼにより圧迫止血した。カテーテルを血管内に挿入する長さは、7 cm から 17 cm とした (表 1)。カテーテルで血液を採取できることを確認した後、ヘパリン生食 2 ml をカテーテル末端から注入し、注射筒を外してカテーテル末端にキャップ (テルモ, 混注キャップ, 図 1e) を取り付け付けた。皮膚の切開部から体外に出たカテーテルは、皮膚切開部から約 1 cm の所でキット付属のクリップ (図 1d) を取り付け、クリップを皮膚に縫いつけて固定した (図 2B)。カテーテルのクリップ固定部から末端部までは、縦に切れ目を入れたビニールチューブ (三洋化成, CRVT-4172, 内径 3 mm, 外径 6 mm) をかぶせ (図 2B)、さらにビニールチューブにはビニールテープをスパイラル状に巻き付けて切れ目を塞いだ。切開部の筋層は絹糸で、また皮膚は医療用ステイプラーで縫合し、皮膚縫合部からクリップ固定部までのカテーテルを保護するために、縁にアロンアルファ (東亜合成) を塗布した粘着性弾力包帯 (アルケア, エラテックス 5) を貼り付けた。さらに、ビニールチューブで覆ったカテーテルを、頸部腹側から背中に向かって体表に沿わせた状態で、上から粘着性弾力包帯を巻いて固定した (図 2C)。粘着性弾力包帯の巻き方は次の通り行った。頸部を 3 周した後、前肢に対してたすきがけにし、さらに胸部を 3 周した。混注キャップを取り付けたカテーテル末端部を保護するために、末端部の形状に合わせて凹みをつけたウレタンゴムをかぶせて、その上から粘着性弾力包帯を巻いた (図 2D)。術後、細菌感染防止のためにアンピシリン 10 mg/kg を筋肉内投与した。

手術後の子豚は、3.6 平方メートル (試験 1 と試

図 2. 子豚頸静脈へのカテーテル装着手術

A 子豚は全身麻酔下で手術台上に固定し、頸部腹側を約5cm切開した。B 先端を外頸静脈に挿入したカテーテル (a) はクリップ (b) で皮膚に固定した。さらにカテーテルをビニールチューブ (c) で覆い保護した。C 体表に沿わせたカテーテルは、粘着性弾力包帯を巻いて固定した。D カテーテル末端には混注キャップを取り付け、末端の形状に凹みをつけたウレタンゴムに埋め込んで粘着性弾力包帯により固定した。

験2)あるいは1.5平方メートル(試験3と試験4)の豚房で単飼した。飼料は、1日あたり体重の4%量の子豚用飼料(全農, ハイパー A-EX)を9:00, 13:00, 17:00に3等分して給与した。なお、感染予防のために試験期間中の飼料には散剤のアンピシリン(8mg/kg体重)を添加した。摂食時に給餌器が頸部腹側に触れて手術部を刺激したりカテーテルを破損したりするのを防ぐため、給餌器は哺乳期子豚用のもの(全農, えつけカップ)を用いた。さらに、細菌感染や粘着性弾力包帯がはがれるのを防ぐために、給水器はスノコの上に設置し、こぼした水が床に滞留しないようにした。なお、子豚の成長に伴って、2週間に1回程度、粘着性弾力包帯の補強あるいは取り替えを行った。

カテーテル内に血液が逆流して凝固するのを防ぐため、1日2回(9:00と17:00)、ヘパリン生食1-2mlで、カテーテルのフラッシュを行った。採血時には、カテーテル末端部のキャップを外して注射筒を取り付け、カテーテル内に満たしてあるヘパリン生食を除去するために1mlを吸引した後、新しい注射筒に取り替えて必要量(1-4ml)

の血液を採取した。採血終了後、混注キャップを再び取り付け、キャップのゴム部に注射針を刺入してヘパリン生食2mlによりカテーテルのフラッシュを行った。なお、1日2回のカテーテルのフラッシュは豚の摂食中に行い、採血は、試験1と試験2では、抱き上げて豚をリラックスさせた状態で、試験3と試験4では玩具等を与えて豚を立ち止まらせた状態で行った。

結果および考察

手術に要した時間は1頭あたり約45分であった。カテーテルを装着した期間、採血回数等を表2に示した。供試した26頭中、19頭は試験が終了するまで問題なくカテーテルを維持し、繰り返し採血を行うことができた。採血は、2日に1回、1週間に1回、あるいは、15~30分おきに10回などの頻度で行ったが、いずれの場合も、カテーテル内で血液が凝固してカテーテルが詰まることはなかった。カテーテル装着維持日数が57日間と最も長期にわたった試験4では、4頭について合計106回の採血を行うことができた。

表 2. 試験成績

	試験 1	試験 2	試験 3	試験 4
カテーテル装着期間 (日)	16	34	53	57
試験終了時の最高体重 (kg)	22.8	36.6	39.0	40.5
平均採血回数 (回/頭)	17	45	60	83
事故 (件)	0	2*1	2*2, 2*3	1*3
カテーテル内血液凝固 (件)	0	0	0	0

*1: 隣の豚房の豚にカテーテル末端を破損された。

*2: 採血出来なくなったが、カテーテルを 5 cm 程度引き出すと、採血できた。

*3: 皮膚縫合部付近の粘着性弾力包帯の接着が緩んで、カテーテルが抜けた。

隣の豚房の豚が、柵の隙間から口を差し入れて、カテーテル末端部を噛んで破損させる事故が 2 回起きたが、豚房の境を板で完全に遮断する、あるいは、二重柵にすることによって、このような事故は防ぐことができた。さらに、カテーテル装着日数が長期にわたった試験 3 および試験 4 では、皮膚縫合部付近の発毛により粘着性弾力包帯が浮き上がってしまい、挿入したカテーテルが抜ける事故が合計 3 件起きた。そのため、試験 4 の期間後半から、頸部の粘着性弾力包帯の上にサポーター (ピップフジモト、テーピングサポーター ACTIVE-MAX, 膝用) を巻くことによって、同種の事故は防ぐことができた。また、試験期間中および試験終了時において、カテーテル挿入部分の細菌感染は認められなかった。

カテーテルの挿入が 17 cm と深い場合には、全く採血が出来ないこともあった (試験 3) が、挿入したカテーテルを 5 cm 程度引き出すと採血が可能になったことから、カテーテル先端が静脈の分岐の壁などに密着していたものと推察された。そのため、外頸静脈から挿入するカテーテルの先端は、胸骨前端から 2 cm 程度心臓寄りの位置にするのが適当であり、カテーテル挿入時には、あらかじめ挿入部位からその位置までの長さを体表から測定して、カテーテル先端の位置を決める方法が適切であると考えられた。

我々は簡易な手術で外頸静脈を露出させてカテーテルを挿入し、体外のカテーテルはビニールチューブとウレタンゴムで保護して粘着包帯で固定するという手法を確立した。今回我々が確立し

た方法は、手術が簡易なことから、豚への侵襲性が少ないうえ、細菌感染の危険性も低く、また、粘着性弾力包帯の巻き直しにより体外のカテーテルの位置を容易に調節できるため、カテーテルに無理な力がかからず長期間採血が可能になる等の利点があげられる。

以上のことから、本法は 10-40 kg 程度の豚に有効な頸静脈カテーテル装着・維持手法であり、様々な採血を伴う実験に応用が可能であると考えられた。

謝 辞

本研究は、生物系特定産業技術研究支援センターの新技術・新分野創出のための基礎研究推進事業によって行われた。本研究を遂行するにあたり、動物の管理に協力いただいた九州沖縄農業研究センター業務第 1 科養豚班のメンバーに感謝します。

引用文献

- 1) YEN, J.T.: Blood sampling and surgical techniques: In Swine Nutrition Second Edition, (ed) LEWIS, A.J. and SOUTHERN, L. L., (CRC PRESS, Florida) 961-983, 2001.
- 2) CARROLL, J.A., DANIEL, J.A., KEISLER, D.H. and MATTERI, R.L.: Non-surgical catheterization of the jugular vein in young pigs, Lab. Anim. 33, 129-134, 1999.
- 3) YEN, J.T. and KILLEFER, J.: A Method for chronically quantifying absorption of nutrients and gut metabolites into hepatic portal vein in conscious swine, J. Anim.

Sci., **64**, 923-934, 1987.

- 4) 勝俣昌也・梶 雄次・常石英作：肥育豚への頸静脈カテーテルの装着方法並びにノル

アドレナリン負荷試験, 九州農業研究, **58**, 115, 1996.