



豚の「移行抗体」を科学する

はじめに

豚の移行抗体は、「新生豚が初乳を24時間以内(それまでできるだけ早期)にほ乳し、初乳に含まれる免疫グロブリンが腸管から吸収されて血中に移行したもの」です。新生豚は感染症に対し全く無防備な状態で生まれてくるので、移行抗体の成立は若齢子豚の疾病予防において極めて重要となっています。

移行抗体成立に係る因子は、(1)母豚の血中抗体価(感染歴・ワクチン歴)、(2)母豚の初乳中に含まれる抗体価、(3)母豚の分娩後日数と分泌量、(4)子豚の初乳のほ乳量・生後時間と吸収量などが関係し、移行抗体の持続に係る要因は、(1)移行抗体価のレベル、(2)子豚の増体重、(3)移行抗体の漏出・消費などが考えられます。

今回は、想定される上記項目について肉付けしてみましたと思います。

母豚の血中抗体と乳汁中の抗体

母豚が免疫抗体を保有していなければ、子豚にも移行抗体を与えられません。言うまでもないことですが、妊娠後期の母豚にワクチンを接種されるのはそのためです。母豚が免疫を保有していれば、乳房炎やホルモン刺激の異常などが無い限り抗体がほぼ自動的に初乳中に分泌されます。母豚の血中抗体価と乳汁中の抗体価に関して、参考になる部分を箇条書きにしておきます。

- ・周産期のワクチン接種は腹間の移行抗体が揃いやすいが、妊娠豚への一斉接種は移行抗体がバラツキやすい(逆に妊娠豚群の防疫目的であれば一斉接種が望ましい)
- ・口蹄疫ワクチン(オイル不活化)を分娩予定2週弱前の母豚に1回接種した場合、移行抗体は100%IgMだった⁽¹⁾(IgG応答が起こる前に分娩を迎えてしまう可能性がある。強いIgG応答には追加接種が必要。IgMが含まれるかどうかは簡単に検査可能なのでご相談ください。)
- ・乳房によって抗体価の差はない⁽²⁾
- ・分娩2週間前から妊娠豚にヒートストレス(32°C)をかけると妊娠豚の血中IgG量が下がり、子豚への移行が少なくなる⁽³⁾
- ・初乳中の抗体は母豚の血清中の抗体より濃い(①母豚の血中抗体価(PPV-ELISA抗体)の18.8倍が初乳中に出現⁽⁴⁾、②初乳中のPPV-HI抗体価は母豚血清中の5倍量⁽⁵⁾、③初乳中のIgG量は血清中の2~3倍(IgAでは

3~11倍)⁽⁶⁾、④パストレラキソイド抗体では母豚の初乳中は血清中の2倍⁽⁷⁾(市販豚では10倍弱が多い)など)。結果的に「少ないほ乳量で子豚を最大限守る」という役割を果たしている。

- ・初乳中の抗体価は血中より採取した時々でばらつきが大きいので、抗体価の評価をしたいときは採血するのが望ましい⁽⁴⁾
- ・母乳の成分変化;IgG量は分娩8時間後に分娩直後の初乳のほぼ半分、24時間後に15%にダウンする⁽⁸⁾(生まれたての子豚は産みだての母豚の初乳を飲ませるべき)
- ・蛇足だが、母豚の母乳の特徴は牛乳に較べて乳固形分(常乳で18%)、脂肪(常乳で5.5%以上)が多い⁽⁴⁾
- ・移行抗体のみならず、サイトカインも母豚の乳汁を介して子豚の血中に移行。腸管局所応答に役割を果たす⁽⁹⁾(分娩直前の母豚のストレス-免疫状態が子豚の免疫応答に影響する可能性もあります。)

子豚のほ乳・腸管からの吸収

母豚が初乳中に抗体を分泌していても、子豚がしかるべき時期に母豚の「初乳」を十分量ほ乳し、腸管から吸収されないと満足する移行抗体にはなりません。「初乳」の定義は定まっていますが、IgG量が分娩24時間後に15%までに低下するなら初乳とは呼びがたく、せいぜい8時間までと決めておいた方がよさそうです。

「子豚がしかるべき時期に」について、抗体陰性母豚から生まれてその腹にいる子豚を抗体陽性母豚に生後6時間後に里子に出したら、その子豚は抗体移行がやや低下し、さらに12時間後にはほとんど陰性だったという報告がありますので⁽¹⁰⁾、「6時間以内」と決めておきましょう。

「十分量」は測定できませんので、「何mL以上」とか表現できませんが、何もしないでは乳させていると免疫グロブリンの移行は結構ばらついているようです。子豚のほ乳行動を記録した報告で、出生後8時間以内に平均58回、合計33.4分間ほ乳したというのがあります(1回当たり35秒間、ほぼ8分に1回)⁽⁴⁾。このときの合計ほ乳時間33.4分間の標準偏差は17.9分もあり、変動係数に直せば53.6%にもなります。このことはほ乳量のばらつきが容易に推測され、移行抗体のばらつきが心配されます。

それを補正する飼養管理技術が分割授乳です。実際に朝夕に実施された例⁽¹¹⁾がweb上にありますのでご参照ください。この成績で分割授乳しない対照群で実際にばらつきが大きいことが報告されています。分割授乳の副次的効果として「貧血予防にも効果的」と記載されています。

分割授乳のポイントは、上述のことを参照すると、以下のことを考慮すべきでしょう。①母豚の初乳中の免疫グロブリン量は分娩8時間後に分娩直後のほぼ半分になること(図1)、②子豚の免疫グロブリン吸収力は24時間後にほぼなくなってしまうこと、③子豚の初乳からのIgG吸収力は6時間以降低下傾向であること⁽¹⁰⁾などです。これらを総合的に考慮すれば、分割授乳は分娩6時間以内の実施が望まれます。従って、朝夕の2回(8時間程度の時間差)では結果的に一部無駄な作業になっていることも考えられます。分娩時刻(その腹の1頭目が生まれ落ちた時刻)から起算して、6時間の間に必ず1回(できれば2回)は分割授乳するようにした方がよいかも知れません。無看護分娩の場合はその時刻がわかりにくいので、朝一番で作業を実施するか決めておくといでしょう。昼間の分娩も結構あるのであれば元のままの「朝夕の作業」が理にかなった方法と言えます。

蛇足ですが、1頭目が生まれ落ちた時刻と最後に産み落とした時刻を記録しておけば、分娩時間がおおよそ把握できます。死産率が高いところは難産との関係があるかどうかチェックできますので試しに記録してみてください(全頭記録しなくても記録した分だけで分析はできます)。

移行抗体価と血中半減期

移行抗体の半減期(半分になる時間)に関して、いくつか報告がありますので列挙してみます。

- ・教科書には、豚の移行抗体(IgG)の血中半減期は9.1～14.2日、IgMは2.8～4.5日⁽¹²⁾
- ・パスツレラトキソイドの例では、2-35日齢で12.2日⁽⁷⁾、14-42日齢で11.9日⁽¹³⁾
- ・ボルデテラ皮膚壊死トキソイドの例では、14-42日齢で10.1日⁽¹³⁾
- ・PPV-HI抗体価の例では、0-26週齢で19.7日⁽⁵⁾
- ・口蹄疫ワクチン(オイル不活化)を母豚に2回接種した場合、0-10週齢で約21日⁽¹⁾(IgG88%を確認、IgMはわずか)
- ・口蹄疫ワクチン(オイル不活化)を母豚に分娩予定2週弱前に1回接種した場合、0-10週齢で4.2、7.8日⁽¹⁾(IgM100%を確認)

などなど、様々な測定結果が報告されています。どれを信じていいかわかりませんよね。ここは見方を変えないといけません。移行抗体の血中半減期に対する影響要因は、血中に移行した免疫グロブリンが、①子豚の発育とともに血流量が増し希釈される、②出血などで体外に漏出して減少する、③組織に浸透、又は感染が起こり体内で消費・代謝されて減少する、などが考えられます。このうち、①の「希釈される」が最も大きな要因のようで、新生時に成立した移行抗体は少なくとも10週齢までは代謝されず血中にずっと残っていると結論づけられた報告があります⁽¹⁾。その根拠は増体重から循環血液量の増加量を計算し、想定される希釈倍率を計算すると、移行抗体の減衰とほぼ一致したことに基づいています。似たような成績は鶏でも報告されており、確からしい！と膝を叩いた次第です。この報告を信頼するとすれば、移行抗体の減衰は日齢(日数)に規定されるのではなく、循環血液量比(≒体重比)に規

定されることとなります(半減期≒循環血液量の倍化日数)。従って、(豚の品種、使用した飼料、出生時体重など)試験によって増体重がばらつければ移行抗体の半減期もばらつき、いろいろな結果が出てくるのは当たり前という事です。

加えて、野外農場では、腸管や腎臓が侵され、出血や蛋白漏出で血中の移行抗体がたれ流され失われてしまうことがあるやもしれません。その場合がもしあったら、漏れた分だけ免疫も低下しますので、想定より早期に罹患しやすいという理屈になります。

移行抗体の機能と悪影響

移行抗体が特定の病原体に対する防御又は軽減効果があることはいうまでもありません。防御効果があることはいいことですが、抗体の高い・低いのパラツキが大きいことを放置しておく、疾病発生が長引いたりすることがあります。そういうことがないように、母豚の抗体価をできるだけ揃えて、子豚の移行抗体価を揃えるために母豚のワクチンプログラムを工夫し分割授乳が実施され細かい管理がなされています。

マイナス面では、子豚へのワクチン接種効果(特に生ワクチン)に影響することもよく知られています。こちら、移行抗体による防御能がなくなる時期と豚群全体のワクチン接種の切り換えをスムーズにするためには、やはり移行抗体を揃えておく必要があります。例えばオーエスキー病ウイルス感染があった母豚では中和抗体価が256倍以上になることがあります、ワクチンで防御していれば1桁の抗体価の母豚がいたりします。それら由来の子豚を混ぜるとなると、子豚へのワクチン接種時期が1回では難しくなり、2回以上の接種をしなければならなくなり、コスト的にも無視できません。豚丹毒でも同じことがいえます。まずは母豚の免疫安定化からですね。

その他の悪影響について、非常にマニアックですが、ヒトという不適合妊娠(赤血球型別のRh(-)のお母さんがRh(+)の子供を妊娠して、Rh(+)に対する抗体ができてしまった場合、胎児が重症の溶血性貧血になること)と同じようなことが豚でも確認されていることです。豚の場合は、赤血球ではなく血小板で報告されているのを読んだことがあります⁽¹⁴⁾、病名は“血小板減少性紫斑病”です(移行抗体で子豚の血小板が壊れて少なくなり、体のあちこちで出血が見られる急性症状)。ほとんどないと思いますが、万が一あったら遺伝的なものですので親の血筋を確かめておいて、ある程度確証が得られたら、特定の血筋をその後の育種計画から外すことによってリスク回避ができるかもしれません。

最後に

今回は、「移行抗体」の話題を集めてみましたが、母豚から子豚への免疫の移行は抗体だけでなくリンパ球などの細胞も移行するという報告があります。その内容は養豚開業獣医師協会の会報に紹介されましたので、ご存じの方もおられるかもしれません。発症防御などに対する効果はこれからわかってくると思いますので、整理できた時点でご紹介する予定です。

移行抗体については、情報としては目新しいことはあまりありませんが、農場への応用面ではまだまだ残された余地がありそうです。今回の情報が少しでもお役に立てれば幸いです。

参考文献

- (1) Francisら, Res. Vet. Sci., 37, 72-6, 1984
- (2) Soosら, Acta Vet. Hung., 49(1), 17-24, 2001
- (3) Machado-Netoら, J. Anim. Sci., 65, 445-55, 1987
- (4) Dammら, J. Vet. Med. A, 49, 487-95, 2002
- (5) Paulら, Am. J. Vet. Res., 43(8), 1376-9, 1982
- (6) Porter, Biochim. Biophys. Acta, 181, 381-92, 1969
- (7) 「豚パストツレトキソイド“化血研”」製造販売承認申請書
- (8) Klobasaら, J. Anim. Sci., 64, 1458-66, 1987
- (9) Nguyenら, Vet. Immunol. Immunopathol., 117, 236-48, 2007
- (10) Pietersら, Leman養豚学会抄録, 2007
- (11) <http://www.pref.iwate.jp/>「哺乳豚管理のワンポイントアドバイス」
- (12) 豚病学第3版
- (13) 化血研「スィムジエンART₂」技術資料
- (14) Forster, Can. Vet. J., 48, 855-7, 2007