

投稿希望区分：原著

表題：三次元超音波検査法による犬胎子の顔の描出

著者名：三好雅史 Masafumi MIYOSHI, 西村麻紀 Maki NISHIMURA, 浅井寛之 Hiroshi ASAI, 宮原和郎 Kazuro MIYAHARA

所属機関：国立大学法人帯広畜産大学動物医療センター

所在地：〒080-8555 北海道帯広市稲田町西3線14番地

要約

三次元超音波検査法の小動物臨床への応用の可能性を探求するために、妊娠後期の 6 歳のビーグル犬に対して、腹部用三次元プローブを用いた三次元超音波検査法を出産まで数日毎に行い、8 頭の胎子の顔を描出しようと試みた。胎子の顔の三次元超音波画像が全ての検査日において少なくとも 1 頭の胎子で得られたが、胎子が成長するにつれて良好な画像を得るのは難しくなった。交配後 43 日目ならびに 45 日目では胎子の顔の鮮明な三次元画像が容易に得られた。技術的に解決しなければならない問題がいくつか残されているものの、適切に用いさえすれば、三次元超音波検査法は従来の二次元超音波検査法を補足する方法として小動物臨床に応用可能であると考えられる。

キーワード：犬，顔，胎子，三次元超音波検査法

1. はじめに

現在、超音波断層法は、簡便で繰り返し実施できる非侵襲的な検査法として臨床の現場で広く活用されている。その有用性は高く、生体の断面をリアルタイムに観察可能であるが、二次元 (2D) の断層像から三次元 (3D) の立体像を把握することは容易でない。この二次元超音波検査法 (2DUS) の欠点を補うために開発されたのが三次元超音波検査法 (3DUS) である。3DUS は、超音波で 3D 空間の情報を集めて画像化する方法である¹⁾。開発初期には、超音波診断装置のビデオ信号を外付けのコンピュータに取り込んで 3D 画像処理を行っていたため、短時間で 3D 画像を得ることができず、3DUS の臨床応用は困難であった²⁾。その後、工学技術の発達によって、わずか数秒で 3D 画像を取得することが可能となり³⁻⁷⁾、現在では、ほぼリアルタイムに 3D 画像が得られる超音波診断装置が実用化されている。

医学領域では、3D 表示は X 線 CT 検査ならびに MRI 検査において必要不可欠な表示法となっているが、超音波検査においても産科領域を中心として盛んに使用されている。3DUS は、胎児の形態異常の診断において重要な役割を果たしており⁸⁻¹¹⁾、特に顔面の異常の診断には有用である¹²⁻¹⁵⁾。ハイリスク妊娠における超音波検査では胎児の顔の評価は必須であるが¹⁶⁾、顔は複雑に湾曲しているため、その異常を 2DUS で検出することは困難である¹⁷⁻¹⁹⁾。また、3DUS は、胎児の発育状況を確認し、両親にわかりやすく説明するのに有効である。特に胎児の顔の 3D 画像は、胎児の存在ならびに成長を両親に実感させるのに有用である。

獣医学領域においても、インフォームドコンセントの必要性が認識されてきており、誰でも理解しやすい画像表示法として 3D 表示への期待が高まっている。X 線 CT 画像ならびに MRI 画像の 3D 表示は、今や取り立てて珍しいものではなくなっており、その有効性が広く認識されている。しかしながら、超音波画像の 3D 表示に関する報告は殆ど無く、その有用性について十分な検討がなされていないのが現状である。そこで今回我々は、3DUS の小動物臨床への応用の可能性を探求することを目的として、妊娠犬に対して 3DUS を施

行し、子宮内胎子の顔の描出を試みた。

2. 材料および方法

臨床的に健康な6歳の妊娠中のビーグル犬1頭ならびにその胎子8頭を本研究に供した。妊娠後期の母犬に対して出産まで数日毎に3DUSを行った。新生仔の出生時体重は150～240gで、形態異常は認められなかった。

3DUSは、汎用超音波画像診断装置ProSound α 10 (SSD- α 10, アロカ株式会社, 東京) に10MHzの腹部用3Dプローブ (ASU-1010, アロカ株式会社) を接続して実施した。SSD- α 10は外付けのコンピュータ無しに3D画像処理を瞬時に行うことができる。ASU-1010は電子コンベックスプローブを内蔵しており、それを自動的に扇状に振ることにより3Dデータを収集するが、3Dデータの収集を行わないときは断層像を描出するのに使用可能である。

母犬は検査開始12時間前から絶食させ、乳頭周辺以外の腹側腹部の毛を刈り、側臥位あるいは背臥位に保定した。走査部位にはエコーゼリー (GEL-SCAN-P, アロカ株式会社) を十分塗布した。3DUSは無麻酔、自発呼吸下にて行った。まず、Bモードで胎子の顔を描出し、3Dデータの収集範囲を設定した。この際、できるだけ範囲を狭めるとともに、母体腹壁、胎盤および子宮壁等の不要な構造物が含まれないよう留意した。続いて、リアルタイム3Dモードに切り替え、3Dデータの収集を行った。得られたデータを基にしてボクセルからなる3Dデータセットを構築し、これをボリュームレンダリングにより画像化して画面に表示した。3D表示された胎子の顔を動画で観察し、その条件下で最良と思われる画像が見られたところで動画を静止させた。静止画像は内蔵ハードディスクドライブに保存し、後の検討に供した。リアルタイム3Dモードでは、走査線密度を可能な限り増加させた。

3. 成績

3DUSによる顔の描出は、全ての検査日において少なくとも1頭の胎子で可能であったが、交配後日数が進むにつれて良好な画像を得るのは難しくなった。得られた画像は、交配後43日目ならびに45日目では鮮明であったが (写真1, 2), 交配後48日目以降ではやや不鮮明であった (写真3～8)。

リアルタイム3Dモードにおけるフレームレートは1～3Hzであり、1回の3Dデータ収集から画像表示までに要した時間は1秒以内であった。

胎子の顔が胎盤あるいは子宮壁に近接している場合 (写真3～8), 胎子あるいは母犬が激しく動いている場合および胎子の顔が母犬の背側を向いている場合等には、顔の3D表示は困難あるいは不可能であった。

時には、胎子が口を開けたり、舌を出したりする様子を捉えた3D画像を得ることができた (写真3, 5, 7)。

4. 考察

3DUS による顔の描出は、全ての検査日において少なくとも 1 頭の胎子で可能であったが、交配後日数が進むのに伴って良好な画像を得るのは困難となった。3DUS では対象物の表面を表示するのに、対象物とその周囲構造との輝度の差を利用している。子宮内の胎子の顔を対象とする場合、顔との輝度の差が大きい羊水の存在が重要となる。胎子が成長するにつれて、顔周囲の羊水の量は減少し、顔は子宮壁に近づいていく。顔と子宮壁とでは輝度の差が少ないため、両者が接するとその部位は 3D 表示できなくなる。交配後 43 日目ならびに 45 日目では、顔周囲に羊水が十分存在したため、子宮壁を 3D データの収集範囲から容易に除外可能であり、鮮明な画像を得ることができた (写真 1, 2)。これに対し、交配後 48 日目以降では、羊水の量が不十分であったため、子宮壁をデータ収集範囲から除外するのが困難であり、やや不鮮明な画像が得られた (写真 3~8)。したがって、犬では交配後 43~45 日目くらいの胎子が、3DUS を用いて顔を描出するのに適していると考えられる。

リアルタイム 3D モードでは、ほぼ実時間でデータ収集から画像表示まで行うことが可能である。本研究では、画像の空間分解能を向上させるために走査線密度をできるだけ増加させたため、フレームレートは 1~3Hz となってリアルタイム性が損なわれ、1 回の 3D データ収集から画像表示までに最長 1 秒を要した。また、3DUS を無麻酔、自発呼吸下にて行ったため、胎子あるいは母犬の動きが激しい場合には、画像に大きな歪みが生じた。

胎子の顔が胎盤あるいは子宮壁に近接している場合 (写真 3~8)、胎子あるいは母犬が激しく動いている場合および胎子の顔が母犬の背側を向いている場合等には、顔の 3D 表示が妨げられた。このようなときは検査を一時中断し、状況が改善するのを待って再開したが、それでもなお 3D 表示できないことがあった。このような問題は、科学技術の進歩によって解決される可能性がある。

3DUS は、人胎児の形態異常の出生前診断において重要な役割を果たしているが⁸⁻¹¹⁾、それを犬ならびに猫の妊娠管理に用いるには問題がある²⁰⁾。母動物のわずかな不穏ならびに胎子の数と活力によって、3DUS による妊娠管理は特に犬では難しくなる²⁰⁾。本研究においても、母犬あるいは胎子の体動、胎子の顔の位置や方向によって、胎子の顔の 3D 表示が困難あるいは不可能な場合があった。しかし、適切な条件下であれば鮮明な胎子の顔の 3D 画像を簡単に取得できたことから (写真 1, 2)、3DUS は人と同様に犬においても胎子形態異常の出生前診断に有用であるかもしれない。

顔の表面構造の把握は、2D 表示では経験を積んだ超音波検査士でさえ難しいが、3D 表示では一般の人でも容易である。3DUS は 2DUS で得られるものとは違った種類の情報を提供してくれる。しかしながら、内部構造の把握、画像の空間分解能およびリアルタイム性等の点では 3DUS よりも 2DUS の方が優れているため、3DUS は 2DUS に取って代わるものではない。以上のことから、技術的に解決しなければならない問題がいくつか残されているものの、適切に用いさえすれば、3DUS は従来の 2DUS を補足する方法として小動

物臨床に応用可能であると考えられる。

稿を終えるに当たり、3DUS の実施に御協力頂きましたアロカ株式会社の大野千恵ならびに小林資の両氏に深謝致します。

引用文献

- 1) Baba,K. & Okai,T. (1997) : Three-dimensional Ultrasound in Obstetrics and Gynecology (Baba,K. & Jurkovic,D. eds.), 1-19, Parthenon Publishing.
- 2) Baba,K., Satoh,K., Sakamoto,S. et al. (1989) : *J Perinat Med* 17, 19-24.
- 3) Baba,K., Okai,T. & Kozuma,S. (1996) : *Lancet* 348, 1307.
- 4) Hata,T., Aoki,S., Manabe,A. et al. (1997) : *Hum Reprod* 12, 1800-1804.
- 5) Hata,T., Yonehara,T., Aoki,S. et al. (1998) : *Am J Roentgenol* 170, 481-483.
- 6) Hata,T., Aoki,S., Manabe,A. et al. (1998) : *J Ultrasound Med* 17, 137-139.
- 7) Hata,T., Aoki,S., Hata,K. et al. (1998) : *Obstet Gynecol* 91, 218-223.
- 8) Merz,E., Bahlmann,F. & Weber,G. (1995) : *Ultrasound Obstet Gynecol* 5, 222-227.
- 9) Steiner,H., Staudach,A., Spitzer,D. et al. (1994) : *Hum Reprod* 9, 1773-1778.
- 10) Bonilla-Musoles,F., Raga,F., Osborne,N.G. et al. (1995) : *J Ultrasound Med* 14, 757-765.
- 11) Baba,K., Okai,T., Kozuma,S. et al. (1999) : *Radiology* 211, 1441-1446.
- 12) Pretorius,D.H., House,M., Nelson,T.R. et al. (1995) : *Am J Roentgenol* 165, 1233-1237.
- 13) Merz,E., Weber,G., Bahlmann,F. et al. (1997) : *Ultrasound Obstet Gynecol* 9, 237-243.
- 14) Manabe,A., Hata,T., Aoki,S. et al. (1999) : *Acta Obstet Gynecol Scand* 78, 917-918.
- 15) Matsumoto,M., Yanagihara,T., Hanaoka,U. et al. (2001) : *Gynecol Obstet Invest* 51, 141-142.
- 16) Pretorius,D.H. & Nelson,T.R. (1995) : *J Ultrasound Med* 14, 349-356.
- 17) Levi,S., Hyjazi,Y., Schaapst,J.P. et al. (1991) : *Ultrasound Obstet Gynecol* 1, 102-110.
- 18) Chitty,L.S., Hunt,G.H., Moore,J. et al. (1991) : *Br Med J* 303, 1165-1169.
- 19) Crane J.P., LeFevre,M.L., Winborn R.C. et al. (1994) : *Am J Obstet Gynecol* 171, 392-399.
- 20) Nautrup,C.P. (1998) : An Atlas and Textbook of Diagnostic Ultrasonography of the Dog and Cat (Cartee,R.E. ed.), 381-390, Manson Publishing.

Visualization of Canine Fetal Face by Three-Dimensional Ultrasonography

Masafumi MIYOSHI, Maki NISHIMURA, Hiroshi ASAI, Kazuro MIYAHARA

National University Corporation Obihiro University of Agriculture and Veterinary Medicine, Inada-cho, Obihiro, Hokkaido 080-8555, Japan

SUMMARY

This study was delineated to explore the possibility of using three-dimensional ultrasonography in small animal practice. In a 6-year-old pregnant beagle bitch with eight feti, we tried to visualize the fetal faces with three-dimensional ultrasonography by scanning with a transabdominal three-dimensional probe every two to three days until parturition. At each date of examination, Three-dimensional sonographic images of the fetal faces were obtained in at least one fetus. However, as fetal development progressed, it became more difficult to obtain good quality images. We were able to obtain clear and sharp three-dimensional images of the fetal faces easily on day 43 and 45 post breeding. The present results suggest that three-dimensional ultrasonography is a convenient tool to supplement conventional two-dimensional ultrasonography and might be useful for the small animal practitioners as long as used properly.

Key Words: dog, face, fetus, three-dimensional ultrasonography



写真1 交配後43日目，斜位像。



写真2 交配後45日目，斜位像。



写真3 交配後48日目，正面像。舌を出している。



写真4 交配後50日目，側面像。

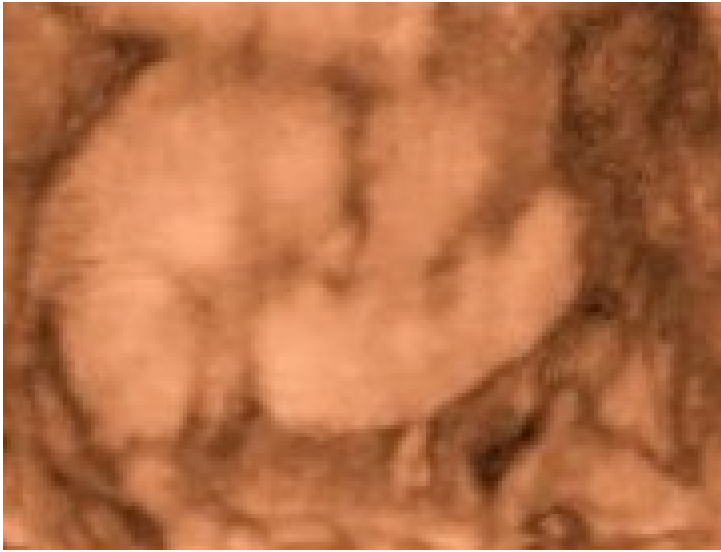


写真 5 交配後 52 日目，側面像。口を開いている。



写真 6 交配後 55 日目，側面像。



写真7 交配後57日目，側面像。口を開いている。

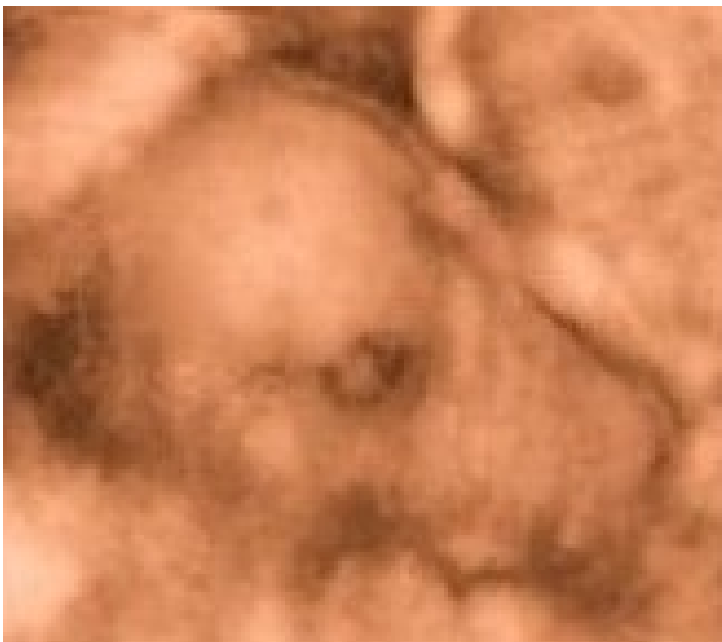


写真8 交配後59日目，斜位像。