

EARLY DIAGNOSIS OF FETUS MALFORMATIVE INJURIES THROUGH THE APPLICATION OF 3D/4D ULTRASOUND IN OBSTETRICS

Mario Davidkov

Medical University - Varna, Bulgaria, drmariodavidkov@gmail.com

Abstract: 3D data is an interpretation of two-dimensional (2D) planes and is an extension of conventional technique. In this way, 3D does not replace 2D, but rather expands its capabilities. 3D provides a number of imaging modes and image processing techniques that are used in diagnosis depending on the specific problem, and 4D ultrasound allows the display of fetal movements in surface and film-like transparent modes. As a result, 3D/4D technology has become a valuable additional method to conventional 2D ultrasound in the diagnosis of malformations and can be used in clarifying suspicious objects. Objective: To propose guidelines for improving the efficiency of the diagnostic process in obstetrics by analyzing the application of 3D/4D ultrasound diagnostics. Material and methods: Using a computer database, articles on three-dimensional and four-dimensional ultrasound diagnostics in obstetrics and gynecology were reviewed. Our own clinical experience over the past 15 years has also been used. On the basis of the collected information, the present study was conducted, in which we will prove the positive role of 3D/4D ultrasound in the daily practice in the field of obstetrics and the possibility of early diagnosis of structural or functional anomalies requiring significant decision-making. Results and discussion: Introduction of three- and four-dimensional apparatus, combined with the transvaginal approach, gives more objective and accurate information about embryonic and early fetal development. For the first time, parallel analyzes of structural and functional parameters during the first 12 weeks of pregnancy are possible. 3D and 4D ultrasound play an important role in early demonstration of normal and abnormal structures in the first, second and third trimesters. Embryonic and fetal circulation can be demonstrated by applying Glass body mode, a combination of 3D ultrasound in gray scale and color, respectively power Doppler. With the interactive display of 3D images, all types of visible anomalies can be observed in the most appropriate mode, showing the size of the object of interest in all dimensions. Conclusion: 3D/4D ultrasound in prenatal diagnosis represents an important milestone in ultrasound history. The correct use of 3D ultrasound requires technical training, spatial thinking and continuous training of the specialists who use this technology.

Keywords: prenatal diagnosis, fetus, 3D/4D ultrasound diagnosis, gestational week

РАННА ДИАГНОСТИКА НА МАЛФОРМАТИВНИ УВРЕЖДЕНИЯ НА ФЕТУСА ЧРЕЗ ПРИЛОЖЕНИЕ НА 3D/4D ЕХОГРАФИЯ В АКУШЕРСТВОТО

Марио Давидков

Медицински университет – Варна, България, drmariodavidkov@gmail.com

Резюме: Триизмерните данни представляват интерпретация на двуизмерните (2D) равнини и са продължение на конвенционалната техника. По този начин 3D не замества 2D, а по-скоро разширява възможностите ѝ. 3D осигурява редица режими на изобразяване и техники за обработка на изображенията, които се използват при диагностиката в зависимост от конкретния проблем, а 4D ехографията дава възможност за показване на феталните движения в повърхностни и прозрачни режими като на филм. В резултат, на което 3D/4D технологията се превърна в ценен допълнителен метод на конвенционалния 2D ултразвук при диагностициране на малформации и може да се използва при изясняване на подозрителни обекти. Цел: Да се предложат насоки за подобряване на ефективността на диагностичния процес в акушерството чрез анализиране приложението на 3D/4D ултразвукова диагностика. Материал и методи: С помощта на компютърна база данни са разгледани статии за триизмерната и четириизмерната ултразвукова диагностика в акушерството и гинекологията. Използван е и собствен клиничен опит през последните 15 години. На базата на събраната информация е проведено настоящото проучване, в което ще докажем позитивната роля на 3D/4D ехографията в ежедневната практика в областта на акушерството и възможността за ранно диагностициране на структурни или функционални аномалии, изискващи вземане на значими решения. Резултати и обсъждане: Въвежданено на три- и четириизмерни апаратури, комбинирано с трансвагиналният подход, дава по-обективна и точна информация за ембрионалното и ранното развитие на плода. За първи път са възможни паралелни анализи на структурни и функционални параметри през първите 12 седмици на бременността. 3D и 4D ултразвукът играе важна роля в ранното демонстриране на нормални

и анормални структури в първи, втори и трети триместър. Ембрионалната и феталната циркулация могат да бъдат демонстрирани чрез прилагане на Glass body mode, комбинация от 3D ултразвук в сива скала и цветен, респективно мощен Доплер. С интерактивното показване на 3D изображения може да се наблюдават всички видове видими аномалии в най-подходящия режим, показващ размера на обекта на интерес във всички измерения. Заключение: 3D/4D ехография в пренаталната диагностика представляват важен крайъгълен камък в ултразвуковата история. Правилното използване на 3D ултразвук изисква техническа подготовка, пространствено мислене и непрекъснато обучение на специалистите, които използват тази технология.

Ключови думи: пренатална диагностика, фетус, 3D/4D ултразвукова диагностика, гестационна седмица

1. ВЪВЕДЕНИЕ

Въвеждането на високочестотни трансвагинални трансдюсери води до забележителен напредък в ултразвуковата визуализация на ранните ембриони и фетуси и развитието на соноембриологията. За първи път са възможни паралелни анализи на структурни и функционални параметри през първите 12 седмици на бременността. Анатомията и физиологията на плацентарното и ембрионалното развитие са област, в която медицината оказва най-голямо влияние върху ранната бременност понастоящем и открива огромни аспекти на ембрионалната диференциация. Клиничната оценка на тези етапи на растеж зависи в голяма степен от триизмерната и четириизмерната сонография, една от най-обещаващите форми на неинвазивна диагностика на ембрионалното развитие (Uittenbogaard B. et al., 2008). Триизмерните данни представляват интерпретация на двуизмерните (2D) равнини и са продължение на конвенционалната техника. По този начин 3D не замества 2D, а по-скоро разширява възможностите ѝ. 3D осигурява редица режими на изобразяване и техники за обработка на изображенията, които се използват при диагностиката в зависимост от конкретния проблем, а 4D ехографията дава възможност за показване на феталните движения в повърхностни и прозрачни режими като на филм. В резултат на което 3D/4D технологията се превърна в ценен допълнителен метод на конвенционалния 2D ултразвук при диагностициране на малформации и може да се използва при изясняване на подозрителни обекти – например вродената цепнатина на устната и / или небцето е втората най-често срещана вродена черепно-лицева аномалия с 1 на 600 раждания по света (Atanasova T., 2021), която може да се диагностицира пренатално през първия триместър на бременността.

2. ИЗЛОЖЕНИЕ

Цел: Да се предложат насоки за подобряване на ефективността на диагностичния процес в акушерството чрез анализиране приложението на 3D/4D ултразвукова диагностика.

Материал и методи: С помощта на компютърна база данни са разгледани статии за триизмерна и четириизмерна ултразвукова диагностика в акушерството и гинекологията. Използван е и собствен клиничен опит през последните 15 години. На базата на събраната информация е проведено настоящото проучване, в което ще докажем позитивната роля на 3D/4D ехографията в ежедневната практика в областта на акушерството и възможността за ранно диагностициране на структурни или функционални аномалии, изискващи вземане на значими решения.

Резултати: Анализът на феталната динамика в сравнение с морфологичните изследвания показва, че феталното поведение отразява активността на феталната централна нервна система. Оценката на феталното поведение в различни гестационни периоди може да даде възможност за разграничаване на нормалното от абнормното мозъчно развитие и да се даде възможност за ранна диагностика на различни структурни или функционални аномалии.

Средната гестационна възраст на плода при, която е извършена 3D/4D ултразвуковата диагностика е 17.3 г.с. $\pm$ 8.9 г.с., като минималната е 6 г.с., а максималната е 37 г.с. Тези резултати показват, че има проследяване на плода през целия период на бременността.

Вътреутробното диагностициране на някои функционални неврологични нарушения е важно и е описано от Pooh и Kurjak (Pooh RK, Kurjak A, 2009). Kurjak Антенатален неврологичен тест (KANET) включва следните параметри за оценка на невроповедението на плода базирана на пренатална оценка чрез 3D / 4D сонография (Kurjak A, Miskovic B, Stanojevic M et al., 2008):

- Изолирана антефлексия на главата. Това движение обикновено се извършва бавно, но може да бъде и бързо и рязко. Наблюдава се в 34 г.с. Ненормалното движение изглежда рязко, когато е белязано от внезапни промени в обекта и резки преходи. Необичайно ритмичните движения понякога са свързани с гърчове, възникващи вътреутробно. Липсата на активно огъване на главата през 40 -та гестационна седмица е един от основните неврологични признаци;

- Припокриващи се черепни шевове и обиколка на главата. Обикновено черепните кости не се припокриват. Те са гладки, а хребетите не се виждат. Ненормалните черепни хребети над обиколката на

шева или главата под нормалната граница са свързани с тежко или умерено увреждане на растежа на полукълбата. Процеса на оформянето на калварията може да бъде установен като благоприятна тенденция още в периода между 8 г.с. и 10 г.с. 3D и 4D придобиването на изображения подпомага значимо ранната диагностика на аномалии в тази насока.

Фиг.1 3D моделиране на *Cavum septum pelucidum* и *Corpus callosum* в 7 лунарен месец с леко завишени размери на кухината



Фиг. 2 2D и 3D изображение на двустранни кисти на хорионидния плексус в 24 г.с.



Фиг.3 3D моделиране при смилбарна форма на холопросенцефалия на ЦНС в 16 г.с.



- Изолирано мигане на очите. Рефлекс, който бързо затваря и отваря очите чрез неволно, нормално, периодично мигане. Движението изглежда плавно и неограничено. Наличието на това движение показва липса на депресия на ЦНС;
- Промяна на лицето (grimace или изгонване на езика) - набръчкване на веждите или лицето в намръщено лице, понякога характеризиращо се с изтласкване на езика. Наличието на това движение показва липсата на депресия на ЦНС. Почти отсъстваща имитация на лицето или много редки движения (лицето изглежда винаги еднакво, лице, подобно на маска) е ненормално;
- Отваряне на устата, прозяване или изместване на езика - липсата на движения на устата или много редки движения на езика и прозяване са ненормални;
- Изолирани движения на ръцете и краката - ненормалното изолирано движение на ръцете и краката по време на пренаталния живот се характеризира с лош репертоар, когато последователността от последователни компоненти е монотонна и движенията не се случват по сложен начин. Необичайно ритмичните движения понякога са свързани с гърчове, възникващи вътреутробно;
- Гещалтово възприятие на ГМ. Този параметър се определя като цялостно възприемане на движенията на тялото и крайниците с тяхната качествена оценка (плавност, вариабилност и амплитуда). Обикновено движенията се синхронизират, показвайки плавност и елегантност, създавайки впечатление за сложност и изменчивост. От особено значение е използването на различните 3D и 4D приложения. Ненормалните находки включват лоша амплитуда, вариабилност и плавност на движенията. Идентифицирането на „депресията на ЦНС“ по време на феталния живот се основава на качеството на ГМ (Kurjak A. et al., 2008).

Използването на 4D изображения при поведенческата оценка на фетусите дава възможност за по-добра оценка на моторните модели на плода, особено на качествените характеристики на движенията и движенията на лицето на плода.

Фиг. 4 3D моделиране на нухална хигрома и специфичен профил на фетус със Синдром на Търнър в 14 г.с.



Фиг. 5 3D моделиране на специфичен профил на фетус със Синдром на Едуардс в 18 г.с.



Фиг. 6 3D моделиране на неправилен стоеж на показалеца на дясна ръка – често срещана находка при Тризомия 18 (Синдром на Едуардс)



Фиг. 7 3D моделиране на завишен диаметър на нухална транслюцентност на ембрион в 9 г. с.



Новата система за оценка на поведението на плода, KANET, се основава на 4D ултразвук. Предварителните резултати от този пренатален неврологичен скринингов тест са обещаващи. Стойността му обаче предстои да бъде оценена в проучванията, включващи голям брой фетуси и чрез дългосрочно неврологично проследяване на деца от тези бременности.

3D и 4D ултразвукът играе важна роля в ранното демонстриране на нормални и анормални структури в първи, втори и трети триместър. Триизмерната (3D) ултразвукова диагностика и пренаталната магнитно-резонансна томография (MRI) подобряват точността на пренаталната диагностика на орофациалните цепки, като по този начин първоначалният шок от диагнозата може да бъде преодолян чрез систематично и планирано консултиране (Atanasova T., M. Davidkov, 2021).

Фиг.8 3D изображение на conjoined twins в 31 г.с. – лицето на фетуса лежащо на рамото

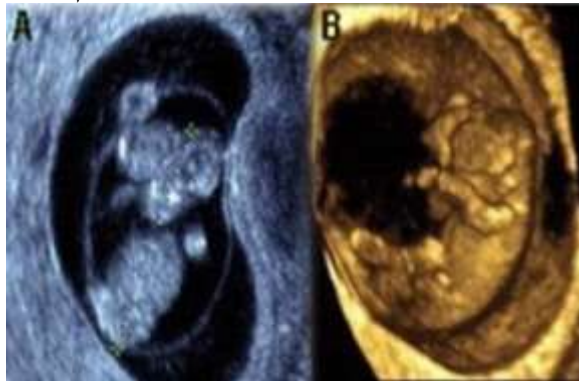


Фиг.9 3D моделиране на лявостранен хилогнатопалато шизис 13 г.с.

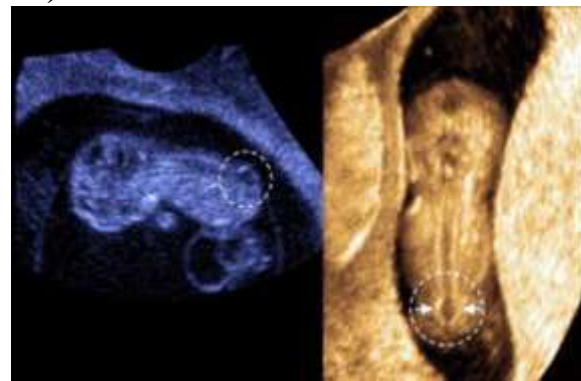


Различните опции за визуализация дават на оператора възможността да избере този режим на показване, който дава най-добър образ на обекта, представляващ интерес. Основното изискване за всички 3D повърхностни изображения е наличие на достатъчен джоб с течност пред структурата, която се изобразява. Ембрионалната и феталната циркулация могат да бъдат демонстрирани чрез прилагане на Glass body mode, комбинация от 3D ултразвук в сива скала и цветен, респективно мощен Доплер. С интерактивното показване на 3D изображения, ехографистът може да демонстрира всички видове видими аномалии в най-подходящия режим, показващ размера на обекта на интерес (ROI) във всички измерения.

Снимка 2. Акрания в 10-та гестационна седмица. 2D ултразвукова коронарна снимка (А). Нормален Външен вид на амниотичната мембрана, което Показва, че нова състояние не е синдром на амниотичен банд. (В) . 3D изображение с ултразвук на същия плод



Снимка 3. Спина бифида в 9 г.с. (Ляво) 2D сагитално изображение. Наблюдава се кистична формация (бял кръг) в лумбалната област. (Дясно) 3D изображение на невралната тръба – ясна дилатация на невралната тръба (стрелки)



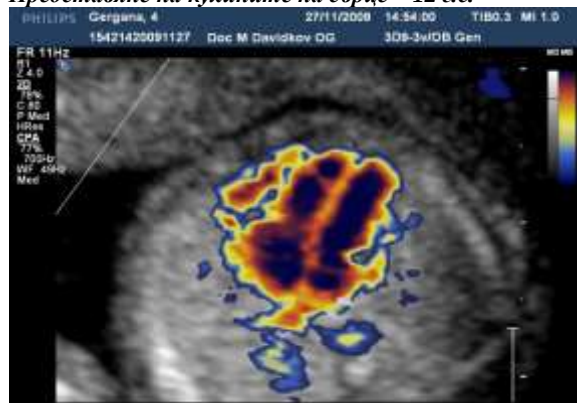
Няколко метода за изобразяване могат да се използват за оценка на аномалиите на сърцето на плода - от техниките в М-режим, до цветния доплер и до използването на новата 3D / 4D ултрасонография. При използване на 3D / 4D фетална ехокардиография следва да се спазват три стъпки: придобиване на обем, показване на обем и манипулиране на обема.

Основните предимства на изследването 3D / 4D спрямо 2D на сърцето на плода са: Въвеждане на виртуалната равнина, предоставяща изгледи на феталното сърце, които обикновено не са достъпни с 2D подход; Съхранение на обеми на сърдечни аномалии или на нормалното сърце за преглед на находките или за второ мнение; За скрининг на сърцето на плода; Времето, използвано за сканиране, е по-кратко за 3D изследване (3-4 минути). Има няколко недостатъка на прегледа 3D / 4D на сърцето на плода - нужда от много добра ултразвукова техника и нужда от специално обучение за получаване на набори от данни за 3D обем (как да изберем подходящата дебелина на срез в рамките на обема, региона на интерес).

Meyer-Wittkopf (Wittkopf M. et al., 2001) стига до заключението, че 3D добавя някои предимства в диагностиката. Benacerraf (Benacerraf B, et al., 2006) сравнява придобиването и анализа за 2D и 3D

изследване на сканиране на фетална анатомия и заключава, че 3D изследването превъзхожда точността на диагнозата.

Фиг. 10 Вариант на доплерово изследване за
Представяне на кухините на сърце – 12 г.с.



Фиг.11 3D моделиране на аортна клапа на фетус –
24 г.с.



Дискусия: Въвежданено на три- и четириизмерни апаратури, комбинирано с трансвагиналният подход, дава по-обективна и точна информация за ембрионалното и ранното развитие на плода. За първи път са възможни паралелни анализи на структурни и функционални параметри през първите 12 седмици на бременността. 3D и 4D ултразвукът играе важна роля в ранното демонстриране на нормални и анормални структури в първи, втори и трети триместър.

През първия триместър това може да бъде трипланарна демонстрация в срединен сагитален срез, който е необходим за точно измерване на нухална транслуценция (NT). Във втория и третия триместър мултипланарния режим е полезен за идентифициране на плосък фетален профил или микрогнатия, патологични мозъчни структури като частичен или напълно липсващ corpus callosum или леко разширени вентрикули. Повърхностно моделираните изображения дават точна представа за всички дефекти, свързани с повърхностните структури на плода като лицеви дефекти, дефекти на невралната тръба, коремни дефекти, аномалии на пола и дефекти на крайниците. В случай на моделиране на органи с режим електронен скалпел повърхностния режим също може да предостави на ехографиста впечатляващи 3D изображения на вътрешните фетални органи. Прозрачният режим осигурява изглед на фетален скелет с демонстриране на анормална осификация, напр. аномалии на черепа, гръбначния стълб, гръден кош, костите на таза и костите на дългите крайници. 3D и 4D фетална ехокардиография, използваща STIC технологията и по-специално цветен STIC позволява на изследващия да разглежда комплексно аномалии на сърцето на плода и динамично да оценява сърдечния кръвен поток по време на различните сърдечни цикли.

3. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

3D/4D ехография в пренаталната диагностика представляват важен крайъгълен камък в ултразвуковата история. Правилното използване на 3D ултразвук изисква техническа подготовка, пространствено мислене и непрекъснато обучение на специалистите, които използват тази технология.

ЛИТЕРАТУРА

- Atanasova, T. (2021). Multidisciplinary approach in the prevention of abandonment of children with congenital cleft of the lip and palate, Knowledge International Journal, Scientific Papers, Skopje, Vol. 47.4, p. 669-674
- Atanasova, T., & Davidkov, M. (2021). Application of 3D and 4D ultrasound in early diagnosis of congenital split on lip and palate, Knowledge International Journal, Scientific Papers, Skopje, Vol. 47.4, p. 563-567
- Benacerraf, B., Shipp, T., & Bromley, B. (2006). Three dimensional ultrasound of the fetus: volume imaging. Radiology. 238:988–996.
- Hamill, N., Yeo, L., Romero, R., Hasan, S.S., Myers, S.A., Mittal, P., Kusanovic, J.P., Balasubramaniam, M., Chaiworapongsa, T., Vaisbruch, E., et al. (2011). Fetal cardiac ventricular volume, cardiac output, and ejection fraction determined with 4-dimensional ultrasound using spatiotemporal image correlation and virtual organ computer-aided analysis. Am J Obstet Gynecol, Jul; 205(1):76.e1-10.
- Kurjak, A., Miskovic, B., Stanojevic, M. et al. (2008). New scoring system for fetal neurobehavior assessed by three- and four-dimensional sonography. J. Perinat. Med. 36, 73–81

- Merz, E. (2012). Surface reconstruction of a fetus (28+2 GW) using HDlive technology. *Ultraschall Med*, Jun, 33(3):211-212.
- Merz, E., Abramovicz, J., Baba, K., Blaas, H.G., Deng, J., Gindes, L., Lee, W., Platt, L., Pretorius, D., Schild, R., et al. (2012). 3D imaging of the fetal face—recommendations from the International 3D Focus Group. *Ultraschall Med*, Apr; 33(2):175-182.
- Miric Tesanic, D., Merz, E., & Wellek, S. (2011). Fetal lung volume measurements using 3D ultrasonography. *Ultraschall Med*, Aug; 32(4):373-380.
- Pashaj, S., Merz, E., & Wellek, S. (2013). Biometric measurements of the fetal corpus callosum by three-dimensional ultrasound. *Ultrasound Obstet Gynecol*, May 6.
- Pooh, R.K., & Kurjak, A. (2012). Three-dimensional/four dimensional sonography moved prenatal diagnosis of fetal anomalies from the second to the first trimester of pregnancy. *Donald School J Ultrasound Obstet Gynecol*, 6(4):376-390.
- Pooh, R.K., & Kurjak, A. (2009). *Fetal Neurology*. Jaypee Brothers Medical Publishers, New Delhi, India.
- Uittenbogaard, B., Haak, C., Spreeuwenberg, M., et al. (2008). A systematic analysis of the feasibility of four dimensional ultrasound imaging using STIC in routine fetal echocardiography. *Ultras Obstetr Gynec*, 31:625–632.
- Wittkopf M., Cooper, S., Vaughan, J., et al. (2001). Three dimensional echocardiographic analysis of congenital heart disease in the fetus –comparaison with 2D cross sectional section. *Ultras Obstetr Gynec*, 17:485–492.