

Ультразвукове дослідження центральної нервової системи плода: практичні рекомендації для проведення «базового дослідження» та «нейросонографії плода»

ВВЕДЕННЯ

Вади розвитку центральної нервової системи (ЦНС) є одними з найбільш розповсюджених вроджених аномалій. Дефекти нервової трубки мають найбільшу частоту серед вад ЦНС, яка дорівнює 1–2 випадки на 1000 пологів. Частота внутрішньочерепних аномалій з інтактною нервовою трубкою не визначена, оскільки ймовірно більшість з них не діагностується при народженні і проявляється лише в більш пізньому віці. Однак дослідження з тривалим спостереженням говорять, що їх частота може становити 1 на 100 пологів¹.

Ультразвук використовується майже 30 років в якості основного методу діагностики аномалій ЦНС у плода. Мета цих практичних рекомендацій – розглянути технічні аспекти найкращих підходів до оцінки мозку плода під час дослідження анатомії плода, які будуть згадуватися в цьому документі як *базове дослідження*. Детальна оцінка ЦНС плода (*нейросонографія плода*) також є можливою, але потребує спеціальних знань та сучасних ультразвукових сканерів експертного класу. Цей тип дослідження, часом доповнений тривимірним ультразвуком, показаний при вагітностях з високим ризиком аномалій ЦНС.

В останні роки магнітно-резонансна томографія (МРТ) плода постала як новий перспективний метод, що дозволяє отримати додаткову важливу інформацію в окремих випадках, здебільшого після 20–22 тижнів^{2,3}, хоча його переваги в порівнянні з ультразвуком залишаються предметом дискусій^{4,5}.

ЗАГАЛЬНІ МІРКУВАННЯ

Гестаційний термін

Зовнішній вигляд головного мозку та хребта змінюється протягом вагітності. Щоб уникнути діагностичних помилок, важливо бути обізнаним з нормальним виглядом ЦНС в різні терміни вагітності. Найбільші зусилля для діагностики аномалій нервової трубки слід докладати в

другому триместрі. Базове дослідження зазвичай проводять біля 20-го тижня вагітності.

Деякі аномалії можна побачити в першому триместрі та на початку другого^{6–11}. Навіть якщо ці вади складають меншу частину, вони зазвичай є дуже тяжкими і тому заслуговують на особливу увагу. Відомо, що раннє дослідження потребує спеціальних навичок, однак завжди доцільно звертати увагу на голівку та мозок плода в більш ранні терміни. Перевагою ранньої нейросонографії плода в 14–16 тижнів є те, що кістки черепа тонкі, і мозок можна оглянути практично під всіма кутами.

Зазвичай задовільна оцінка ЦНС плода може бути проведена в II та III триместрах вагітності. В більш пізні терміни візуалізація інтракраніальних структур часто ускладнена внаслідок осифікації склепінь черепа.

Технічні фактори

Ультразвукові датчики

Висока частота датчиків збільшує просторову роздільну здатність, але проникнення ультразвукових променів знижується. На вибір оптимального датчика та робочої частоти впливає низка факторів, зокрема статура матері, позиція плода та доступ. Більшість базових досліджень можуть успішно проводитись за допомогою трансабдомінальних датчиків 3–5-МГц. Нейросонографія плода часто потребує трансвагінального дослідження, яке зазвичай проводять датчиками з частотою від 5 до 10 МГц^{12,13}. Тривимірний ультразвук може полегшувати дослідження мозку та хребта плода^{14,15}.

Параметри візуалізації

Дослідження зазвичай виконують в сірошкальному двовимірному режимі. Візуалізація в режимі гармоніки може покращити зображення тонких анатомічних деталей, особливо у пацієнтів, які погано скануються. Можна використовувати кольоровий та енергетичний доплер при нейросонографічних дослідженнях, переважно для

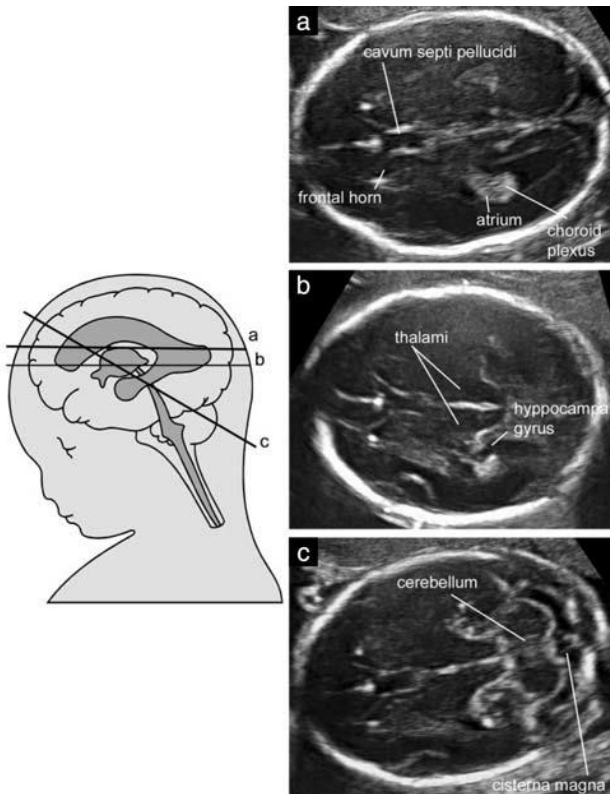
ідентифікації мозкових судин. Належне налаштування частоти повторення імпульсів (pulse repetition frequency, PRF) та персистенції сигналу¹⁶ покращує візуалізацію дрібних судин (основні мозкові артерії мають швидкості в діапазоні 20-40 см/сек під час внутрішньоутробного життя).

БАЗОВЕ ДОСЛІДЖЕННЯ

Якісна оцінка

Трансабдомінальна сонографія є методом вибору для дослідження ЦНС плода наприкінці першого, в другому та третьому триместрах при вагітності низького ризику. Дослідження повинно включати оцінку голівки та хребта плода.

Дві аксіальні площини дозволяють візуалізувати структури головного мозку, важливі для оцінки його анатомічної цілісності¹⁷. Ці площини зазвичай називають *трансвентрикулярна* (черезшлуночкова) та *трансцеребеллярна* (черезмозочкова). Третю, так звану *трансталамічну площину*, часто додають переважно для біометрії (Малюнок 1). До структур, які мають бути оглянуті під час рутинного дослідження належать бокові шлуночки, мозочок і велика цистерна, та *порожнина прозорої перетинки*. Також в цих зрізах слід звертати увагу на форму голівки та структуру мозку (Таблиця 1).



Малюнок 1 Аксіальні зрізи голівки плода. (а) Трансвентрикулярна площина; (б) трансталамічна площина; (с) трансцеребеллярна площина.

Таблиця 1 Структури, які мають бути оглянуті при базовому ультразвуковому дослідженні центральної нервової системи плода

Форма голови
Бокові шлуночки
Порожнина прозорої перетинки
Таламічні ядра (таламус)
Мозочок
Велика цистерна
Хребет

Трансвентрикулярна площина

Ця площина демонструє передні та задні відділи бокових шлуночків. Передні відділи бокових шлуночків (фронтальні, або передні роги) виглядають як дві структури у формі коми, заповнені рідиною. Вони мають чітко окреслену латеральну стінку, і медіально відокремлюються одна від одної *порожниною прозорої перетинки* (ППП). ППП представляє собою заповнену рідиною порожнину між двома тонкими мембранами. В більш пізні терміни гестації або в ранньому неонатальному періоді ці мембрани зазвичай зливаються і утворюють *прозору перетинку*. ППП стає видимою біля 16 тижнів та облітерується ближче до терміну пологів. При трансабдомінальному скануванні, вона має завжди візуалізуватись з 18 по 37 тиждень, або при біпаріетальному розмірі в діапазоні 44–88 мм¹⁸. І навпаки, неспроможність продемонструвати ППП до 16 або після 37 тижнів є варіантом норми. Цінність візуалізації ППП для діагностики аномалій ЦНС була предметом дискусій¹⁷. Проте цю структуру легко ідентифікувати, і вона зазнає значних змін при багатьох ураженнях головного мозку, таких як голопрозенцефалія, агенезія мозолястого тіла, тяжка гідроцефалія та септо-оптична дисплазія¹⁹.

Починаючи з 16 тижня, задні відділи бокових шлуночків (які також називають задніми рогами) в дійсності представляють собою комплекс, утворений з атріуму, який в задніх відділах продовжується в потиличний ріг. Атріум характеризується наявністю клубочків судинних сплетень, що мають підвищену ехогенність, в той час, як потиличні роги заповнені рідиною. В другому триместрі вагітності і медіальні, і латеральні стінки бокових шлуночків є паралельними середній лінії, і тому чітко відображаються на сонограммі у вигляді світлих ліній. За нормальних умов, клубочки судинних сплетень майже повністю заповнюють порожнину шлуночків на рівні атріумів, торкаючись медіальної та латеральної стінок, але в деяких випадках в нормі невелика кількість рідини може визначатись між медіальною стінкою і судинним сплетінням^{20–23}.

В стандартній трансвентрикулярній площині зазвичай чітко візуалізується лише півкуля мозку, розташована на більш віддаленій від датчика стороні; півкуля, ближча до датчика, часто затінена внаслідок артефактів.

Оскільки більшість уражень головного мозку є двобічними, або супроводжуються значним зрушенням чи деформацією серединних ехо-структур, було запропоновано при базовому огляді вважати мозок симетричним¹⁷.

Трансцеребеллярна площина

Цю площину отримують на рівні дещо нижче від трансвентрикулярної площини, з невеликим нахилом назад; вона включає зображення фронтальних рогів бокових шлуночків, ППП, таламусу, мозочка і великої цистерни. Мозочок виглядає як структура, формою схожа на метелика, що утворюється округлими півкулями мозочку, з'єднаними посередині трохи більш ехогенним хробаком мозочку (cerebellar vermis). Велика, або мозочково-медулярна цистерна представляє собою заповнений рідиною простір позаду мозочка. Вона містить тонкі перетинки, які є нормальними структурами і не мають прийматись за судинні структури або кістозні аномалії. В другій половині вагітності глибина великої цистерни залишається стабільною і повинна дорівнювати 2–10 мм¹⁷. На більш ранніх термінах гестації хробак мозочку не повністю накриває четвертий шлуночок, створюючи хибне враження дефекту хробака. Пізніше така знахідка може викликати підозру на наявність патології мозочка, але до 20 тижнів вагітності це зазвичай нормальна знахідка²⁴.

Трансталамічна площина

Третя площина сканування, отримана на проміжному рівні, часто використовується для сонографічної оцінки голівки плода, і зазвичай називається *трансталамічною площиною*, або *площиною біпаріетального діаметру*. Анатомічні орієнтири включають, спереду назад, фронтальні роги бокових шлуночків, *порожнину прозорості перетинки*, таламус та звивини гіпокампу²⁵. Хоча ця площина не додає вагомій анатомічній інформації до отриманої в трансвентрикулярній та трансцеребеллярній площинах, вона використовується для біометрії голівки плода. Була представлена пропозиція, що дану площину сканування легше ідентифікувати (особливо в більш пізні терміни вагітності), і виміри, зроблені в цій площині є більш відтворюваними, ніж в трансвентрикулярній²⁵.

Хребет плода

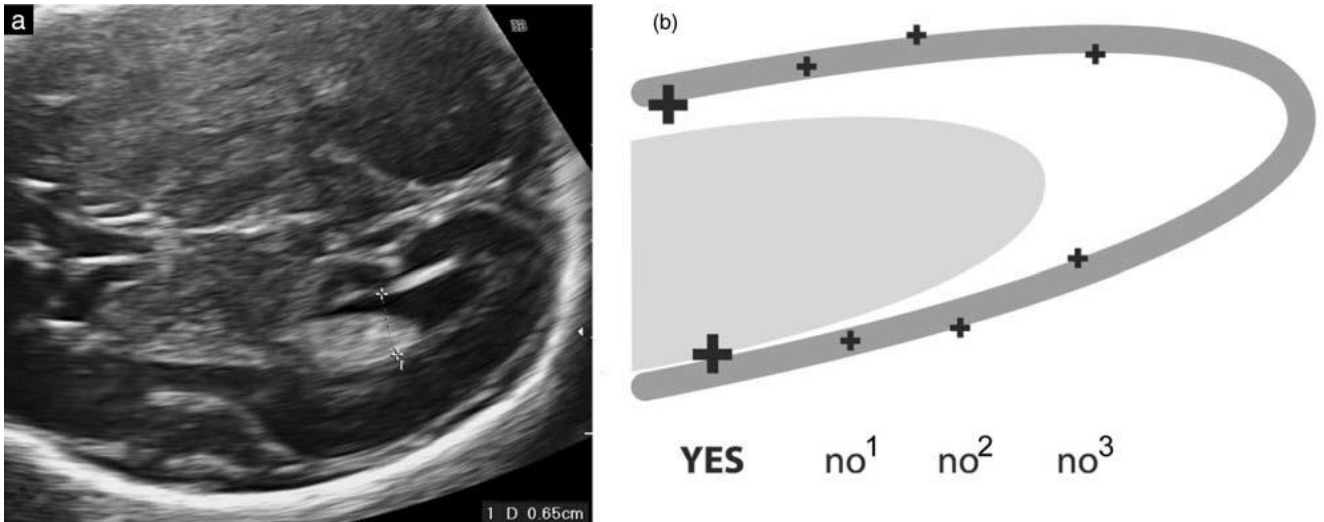
Детальне дослідження хребта плода потребує компетентності та педантичного сканування, а його результати значною мірою залежать від положення плода. Тому повна детальна оцінка хребта плода в усіх проекціях не є складовою базового дослідження. Найбільш розповсюджені з тяжких вад розвитку хребта – відкриті розщелини хребта (open spina bifida), зазвичай

поєднуються з порушеннями внутрішньочерепної анатомії. Однак завжди необхідно отримати поздовжній зріз хребта плода, оскільки з його допомогою можна виявити (принаймні в деяких випадках) інші вади хребта, включаючи аномалії хребців та агенезію крижового відділу хребта. При нормальних умовах в поздовжньому зрізі хребта, починаючи з 14 тижнів вагітності, можна побачити три центри осифікації хребців (один в середині тіла, та по одному з кожного боку в місці з'єднання lamina з ніжками дужок хребців), які оточують спинномозковий канал, і мають вигляд двох або трьох паралельних ліній, в залежності від орієнтації звукового променя. На додаток слід спробувати продемонструвати цілісність шкіри над хребтом в поперечному або поздовжньому зрізах.

Кількісна оцінка

Біометрія є важливою складовою ультразвукового дослідження голівки плода. В II та III триместрі стандартне дослідження зазвичай включає вимірювання біпаріетального діаметру, окружності голови та внутрішнього діаметру атріуму шлуночків. Також існують прихильники вимірювання поперечного діаметру мозочка та глибини великої цистерни.

Біпаріетальний розмір та окружність голови широко використовуються для оцінки гестаційного віку плода, і також можуть бути корисними для виявлення деяких аномалій мозку. Їх можна вимірювати в трансвентрикулярній або трансталамічній площинах. Різні методики використовують для вимірювання біпаріетального розміру. Найчастіше каліпери встановлюють по зовнішнім краям склепіння черепа (так зване вимірювання від зовнішнього до зовнішнього краю)²⁶. Однак деякі з існуючих нормативних таблиць були створені з використанням методики вимірювання від зовнішнього до внутрішнього краю, щоб запобігти артефактів, які генеруються дистальним «ехо» від склепіння черепа²⁵. В результаті вимірювань за допомогою різних підходів виникає різниця в декілька міліметрів, яка може бути клінічно значущою в ранні терміни вагітності. Таким чином важливо знати методику, що використовувалась для створення конкретних референтних таблиць. Якщо ультразвукове обладнання має здатність до вимірювання за допомогою еліпсу, окружність голови можна виміряти безпосереднім встановленням еліпсу навколо зовнішнього контуру ехо-зображення кісток черепа. Натомість, окружність голови (ОГ) можна розрахувати за допомогою біпаріетального розміру (БПР) та лобно-потиличного розміру (ЛПР) за формулою: $HC = 1.62 \times (BPD + OFD)$. Відношення БПР до лобно-потиличного розміру зазвичай становить 75–85%. Однак зміни форми голови плода, особливо в ранні терміни вагітності, трапляються досить часто, і більшість плодів в сідничному передлежанні мають певний ступінь доліхоцефалії.



Малюнок 2 (а) Вимірювання атріуму бокових шлуночків. Каліпери встановлюють на рівні клубочків судинних сплетінь, по внутрішній поверхні ехо-зображення стінок шлуночків; (б) діаграми для ілюстрації правильного розміщення каліперів при вимірюванні шлуночків. Каліпери встановлені правильно, торкаючись внутрішнього краю стінки шлуночків в найширшій частині і вирівняні перпендикулярно до поздовжньої осі шлуночка (YES). Варіанти неправильного розміщення включають: від середини до середини стінки (no¹), від зовнішнього до зовнішнього краю (no²), а також в більш задній і вузькій частині шлуночка, або не перпендикулярно осі шлуночка (no³).

Рекомендується проводити вимірювання атріуму, тому що декілька досліджень показали максимальну ефективність цього підходу для визначення цілісності шлуночкової системи²², до того ж ветрикуломегалія часто є маркером патологічного розвитку мозку. Вимірювання проводиться на рівні клубочків судинних сплетінь, перпендикулярно порожнині шлуночка, каліпери встановлюють по внутрішньому краю ехо-зображення бокових стінок (Малюнок 2). Цей розмір є стабільним в другому та на початку третього триместру, в середньому дорівнює 6–8 мм^{20,22,27}, і вважається нормальним якщо менше 10 мм^{27–32}. В більшості біометричних досліджень щодо розмірів бокових шлуночків використовувалось ультразвукове обладнання, яке надавало можливість проводити вимірювання в міліметрах³³.

Оскільки на сучасному обладнанні розміри надаються в десятих долях міліметрів, залишається неясним, яке порогове значення є найбільш обґрунтованим. Ми вважаємо, що значення в 10.0 мм або більше повинно викликати підозру, особливо в II триместрі.

Поперечний діаметр мозочка збільшується приблизно на один міліметр за кожний тиждень вагітності між 14 та 21 тижнями. Цей розмір, разом з окружністю голови та біпаріетальним діаметром допомагає оцінити рост плода. Глибина великої цистерни, виміряна між хробаком мозочку та внутрішньою поверхнею потиличної кістки зазвичай становить 2–10 мм³⁴. При доліхоцефалії можуть зустрічатись розміри дещо більше ніж 10 мм.

НЕЙРОСОНОГРАФІЯ ПЛОДА

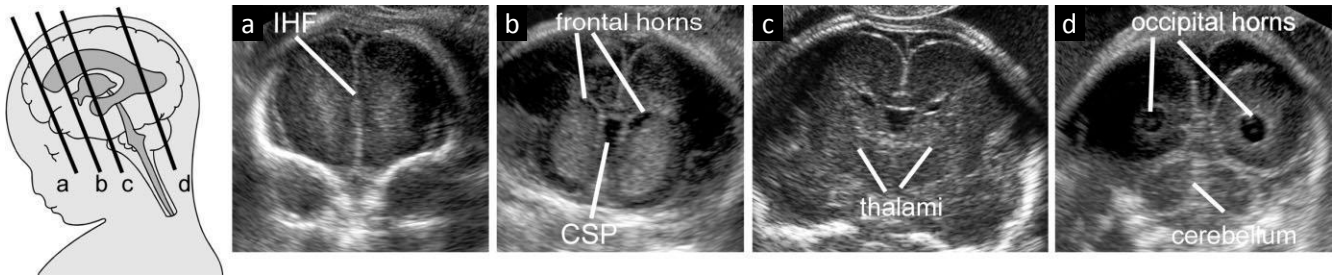
Загально визнано, що спеціалізована нейросонографія плода має значно більший діагностичний потенціал, ніж

стандартне трансабдомінальне дослідження, вона особливо корисна при оцінці складних вад розвитку. Однак подібне дослідження потребує рівня компетентності, що не завжди наявний, тому цей метод не є загальноживаним. Проведення спеціалізованої нейросонографії плода корисне у пацієнтів з підвищеним ризиком вад ЦНС, включаючи випадки підозрілих знахідок при базовому огляді.

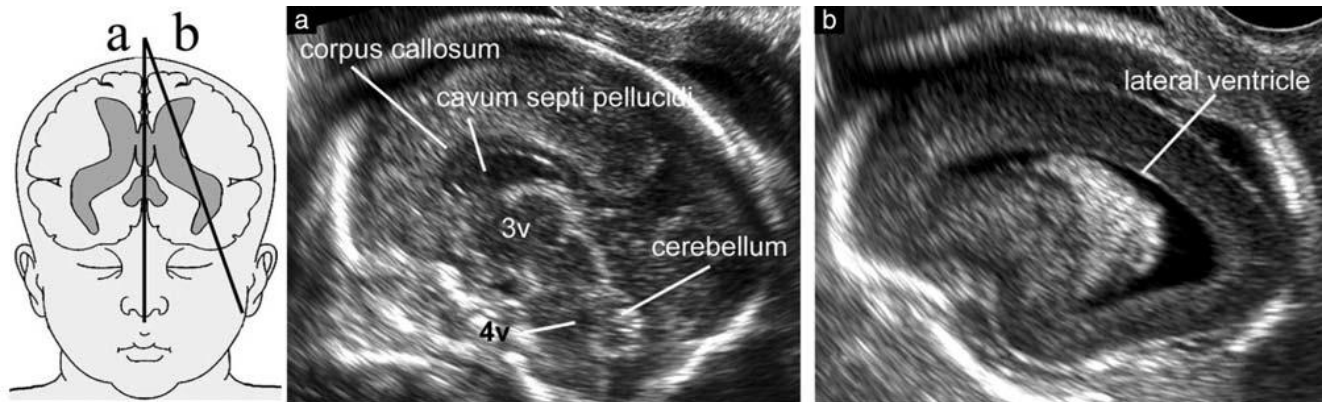
Основою нейросонографічного дослідження мозку плода є багатоплощинний (multiplanar) підхід, з розміщенням датчика згідно розташування швів та тім'ячок голівки плода^{12,13}. Якщо плід знаходиться в головному передлежанні, можна використовувати як трансабдомінальний, так і трансвагінальний підходи. Для обстеження плодів в сідничному передлежанні використовують трансфундальний підхід, з розміщенням датчика паралельно, а не перпендикулярно до живота. Вагінальні датчики мають перевагу завдяки більшій ніж у трансабдомінальних датчиків частоті, що дозволяє більш чітко вирізняти анатомічні деталі. З цієї причини, для деяких плодів в сідничному передлежанні доцільно розглянути можливість зовнішнього повороту на голівку, щоб скористатись перевагами трансвагінального доступу.

Оцінка хребта є складовою нейросонографічного дослідження, вона проводиться з використанням комбінації аксіальних, коронарних та сагітальних площин.

Нейросонографія повинна включати ті самі вимірювання, що зазвичай проводять при базовому огляді: біпаріетальний розмір, окружність голови та діаметр атріуму бокових шлуночків. Проведення додаткових специфічних вимірювань може варіювати в залежності від гестаційного віку та клінічних обставин.



Малюнок 3 Коронарні зрізи голівки плода. (a) Трансфронтальна площина; (b) транскаудальна площина; (c) трансталамічна площина; (d) трансцеребеллярна площина. CSP - *cavum septi pellucidum*, порожнина прозорої перетинки; IHF, *interhemispheric fissure*, міжпівкульна щілина.



Малюнок 4 Сагітальні площини голівки плода. (a) Середньосагітальна площина; (b) парасагітальна площина. 3v, третій шлуночок; 4v, четвертий шлуночок.

Мозок плода

І при трансагітальному, і при трансабдомінальному дослідженні належне вирівнювання датчика відносно правильних анатомічних площин зазвичай потребує обережної зміни положення плода руками. Можна використовувати багато різних площин, що також залежить і від положення плода¹². Систематична оцінка мозку зазвичай включає візуалізацію чотирьох коронарних та трьох сагітальних площин. Нижче наведені описання різних структур, які можна побачити наприкінці другого та в третьому триместрі. Крім анатомічних структур, при нейросонографії слід також оцінювати звивини головного мозку плода, які змінюються в динаміці вагітності³⁵⁻³⁸.

Коронарні площини (Малюнок 3)

Трансфронтальна, або фронтальна-2 площина. Зображення цієї площини отримують через переднє тім'ячко, на ній представлені серединна міжпівкульна щілина і передні роги бокових шлуночків з обох боків. Площина знаходиться попереду від коліна мозолястого тіла, що пояснює безперервність міжпівкульної щілини в цьому зрізі. До інших структур, які можна побачити належать клиноподібна кістка та очниці.

Транскаудальна або середньо-коронарна-1 площина¹². На рівні хвостатих ядер (*caudate nuclei*), передня частина, або коліно мозолястого тіла перериває хід міжпівкульної щілини. Внаслідок більшої товщі коліна мозолястого тіла, в коронарних площинах воно має більшу ехогенність, ніж середня частина мозолястого тіла (*body of the corpus callosum*). *Порожнина прозорої перетинки* виглядає як анехогенна трикутна структура під мозолястим тілом. Бокові шлуночки знаходяться з обох сторін, оточені корою головного мозку. Більш латерально чітко визначаються Сильвієві борозни.

Трансталамічна, або середньо-коронарна-2 площина¹². Два таламічних ядра тісно прилягають одне до одного, але в деяких випадках по середній лінії можна побачити третій шлуночок з міжшлуночковими отворами, і атріуми бокових шлуночків з судинними сплетіннями трохи більш краніально з обох боків (*середньо-коронарна-3 площина*). Близько до основи черепу і по середній лінії базальної цистерни знаходяться судини Вілізйєвого кола і перехрест зорових нервів.

Трансцеребеллярна площина або потиличні площини - 1 і 2. Цю площину отримують через заднє тім'ячко, і вона дозволяє оглянути потиличні роги бокових шлуночків та міжпівкульну щілину. В даній площині також можна побачити обидві півкулі мозочку і хробак.

Сагітальні площини (Малюнок 4)

Зазвичай проводять дослідження в трьох сагітальних площинах: середньо-сагітальній, та двох парасагітальних з кожного боку мозку.

Середньо-сагітальна або *серединна площина*¹² демонструє мозолясте тіло зі всіма його складовими, *порожнину прозорої перетинки*, і в деяких випадках також *порожнину Верге (cavum vergae)* і *порожнину проміжного вітрила (cavum veli interpositi)*, стовбур мозку, вароліїв міст, хробак і задню черепну ямку. За допомогою кольорового доплера можна побачити передню мозкову артерію, а. pericallosa з гілками та вену Галена.

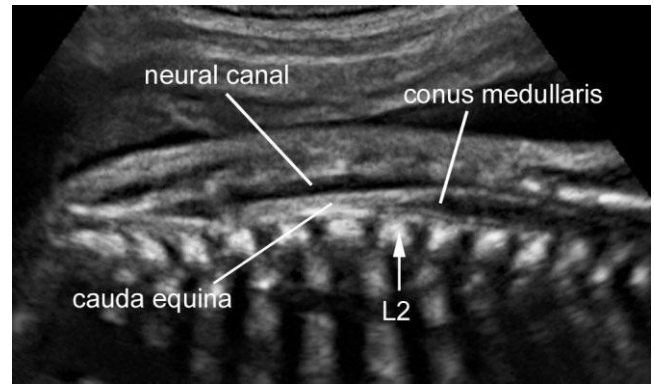
Парасагітальна або *коса площина-1*¹² дозволяє побачити весь боковий шлуночок, судинне сплетіння, перивентрикулярні тканини і кору головного мозку.

Хребет плода

Три типи площин сканування можна використовувати для оцінки цілісності хребта. Їх вибір залежить від положення плода. Зазвичай лише дві з цих площин сканування можна отримати в конкретному випадку.

В *поперечних*, або *аксіальних площинах* дослідження хребта є динамічним процесом, що здійснюють поступовим проведенням трансдюсера впродовж всієї довжини хребта, одночасно утримуючи його в аксіальній площині на досліджуваній ділянці (Малюнок 5). Хребці на різних рівнях мають різну анатомічну конфігурацію. Хребці грудного і поперекового відділів плода мають трикутну форму, з центрами осифікації, які оточують спино-мозковий канал. Перший шийний хребець чотирикутної форми, крижові хребці плоскі.

В *сагітальних площинах* центри осифікації тіл та задніх дуг хребців утворюють дві паралельні лінії, які сходяться в крижовому відділі. Коли плід лежить спиною

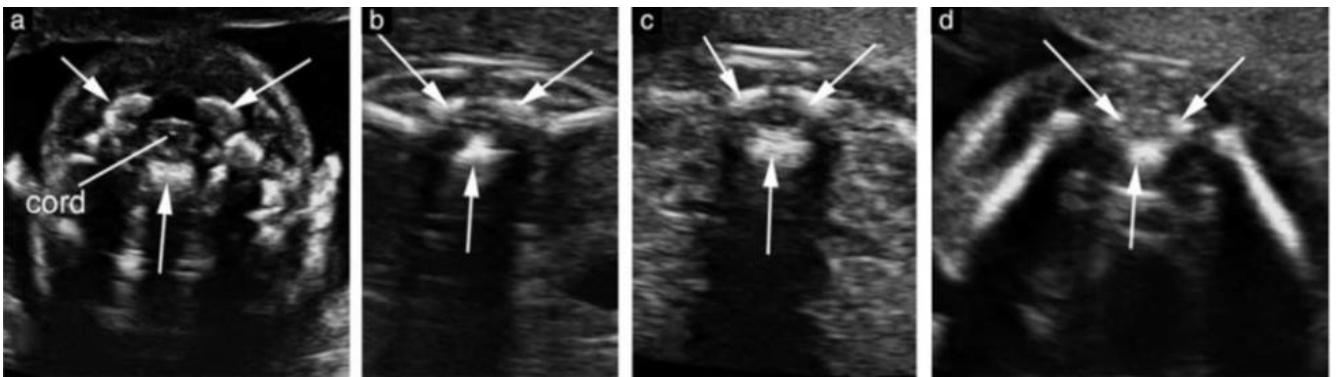


Малюнок 6 Сагітальний зріз хребта плода в II триместрі. Використовуючи неосифіковані остисті відростки хребців як акустичне вікно, можна продемонструвати вміст спинномозкового каналу. Конус спинного мозку (conus medullaris) в нормі розташований на рівні другого поперекового хребця (L2).

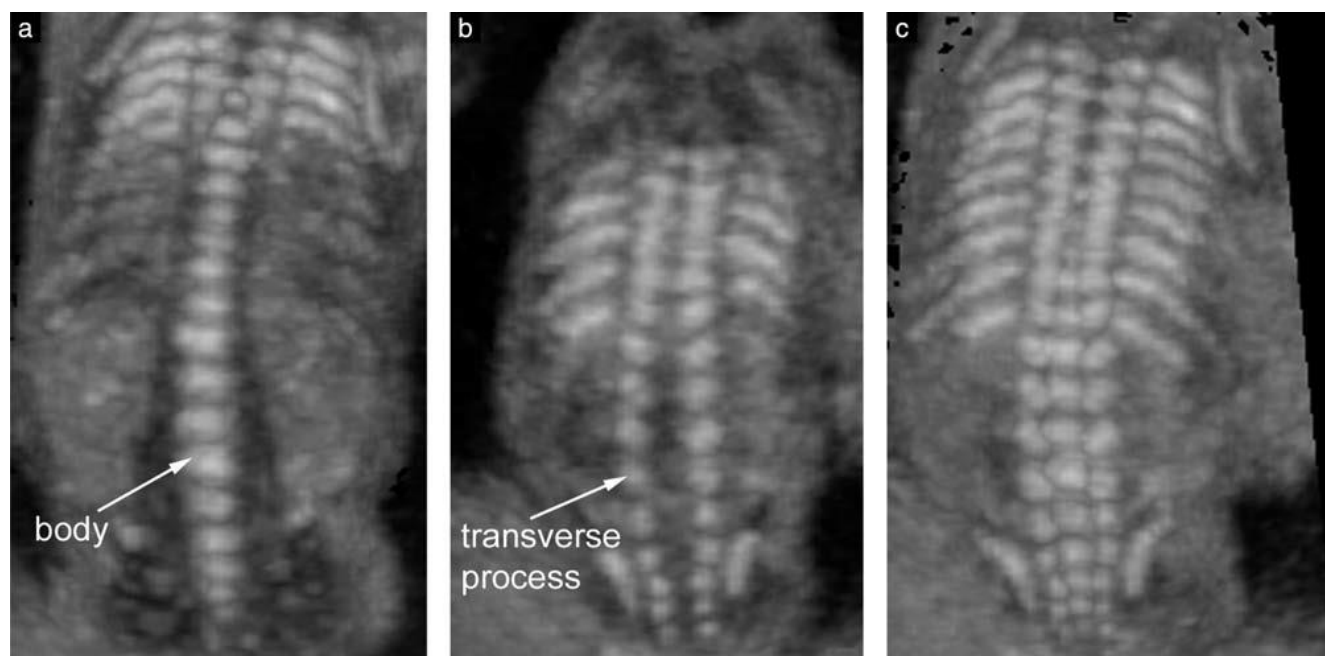
вверх, можна отримати справжній сагітальний зріз, направляючи ультразвуковий промінь скрізь неосифіковані остисті відростки. Це дозволяє отримати зображення спино-мозкового каналу, та спинного мозку всередині нього (Малюнок 6). В другому та третьому триместрах вагітності конус спинного мозку (conus medullaris) зазвичай знаходиться на рівні L2-L3³⁹.

В *коронарних площинах*, в залежності від орієнтації ультразвукового променя, можна побачити одну, дві або три паралельні лінії (Малюнок 7).

Висновок про цілісність спино-мозкового каналу роблять при рівномірному розміщенні центрів осифікації хребта і наявності м'яких тканин, що покривають хребет. Якщо можна отримати справжній сагітальний зріз, нормальне розташування конусу спинного мозку додає впевненості у відсутності патології.



Малюнок 5 Аксіальні зрізи хребта плода на різних рівнях. (a) Шийний; (b) грудний; (c) поперековий; (d) крижовий. Стрілки вказують на три центри осифікації хребців. Зверніть увагу на цілісність шкіри над хребтом. На малюнках а-с спинний мозок візуалізується як гіпоехогенна структура овоїдної форми з білою точкою в центрі.



Малюнок 7 Коронарні зрізи хребта плода. Ці зображення були отримані за допомогою тривимірного ультразвуку із одного сонографічного «об'єму» з використанням різних кутів та товщі променя. (а) Тонкий ультразвуковий промінь спрямований через тіла хребців; (б) такий самий ультразвуковий промінь орієнтований більш дозад, щоб продемонструвати задні дуги хребців; (с) товстий ультразвуковий промінь використовується для демонстрації трьох центрів осифікації одночасно.

ЕФЕКТИВНІСТЬ УЛЬТРАЗВУКОВОГО ДОСЛІДЖЕННЯ НЕРВОВОЇ ТРУБКИ ПЛОДА

Якщо у вагітних групи низького ризику під час дослідження в другому триместрі задовільно отримані трансвентрикулярна і трансцеребеллярна площини, розміри голови плода (зокрема окружність голови) знаходяться в межах норми для гестаційного віку, ширина атріумів бокових шлуночків менше 10.0 мм і глибина великої цистерни дорівнює від 2 до 10 мм - можна виключити багато аномалій мозку, ризик вад ЦНС є надзвичайно низьким і проведення подальших досліджень не показано¹⁷.

Огляд наявної літератури, яка стосується чутливості антенатального ультразвуку в прогнозуванні невральних аномалій не входить в сферу цих практичних рекомендацій. Деякі дослідження щодо проведення базового огляду у пацієнтів низького ризику повідомили про чутливість понад 80%^{40,41}. Однак ці результати ймовірно сильно перебільшують діагностичний потенціал даної методики. Зазначені дослідження мали дуже короткий період катамнестичного спостереження і переважно включали лише відкриті дефекти нервової трубки, виявленню яких могло сприяти систематичне скринінгове дослідження альфафетопроїну в материнській сироватці. Діагностичні обмеження пренатального ультразвуку добре визначені, і обумовлені рядом причин⁴². Деякі навіть тяжкі аномалії супроводжуються лише незначними змінами на ранніх

етапах вагітності⁴³. Мозок продовжує розвиватись і в другій половині вагітності, і в неонатальному періоді, що обмежує діагностику аномалій нейрональної проліферації (таких як мікроцефілія⁴⁴, пухлини⁴⁵ та кортикальні вади розвитку⁴²). Крім того, деякі ураження головного мозку відбуваються не через порушення ембріологічного розвитку, а внаслідок набутих пренатальних або перинатальних пошкоджень⁴⁶⁻⁴⁸. І в досвідчених руках діагностика певних різновидів аномалій *in utero* є утрудненою, або навіть неможливою; визначення пропорції подібних ситуацій поки що не є можливим.

ПОСИЛАННЯ

1. Myriantopoulos NC. Epidemiology of central nervous system malformations. In: Vinken PJ, Bruyn GW, editors. *Handbook of Clinical Neurology*. Elsevier: Amsterdam, 1977; 139-171.
2. Levine D, Barnes PD, Robertson RR, Wong G, Mehta TS. Fast MR imaging of fetal central nervous system abnormalities. *Radiology* 2003; **229**: 51-61.
3. Griffiths PD, Paley MN, Widjaja E, Taylor C, Whitby EH. In utero magnetic resonance imaging for brain and spinal abnormalities in fetuses. *BMJ* 2005; **331**: 562-565.
4. Malinger G, Ben-Sira L, Lev D, Ben-Aroya Z, Kidron D, Lerman-Sagie T. Fetal brain imaging: a comparison between magnetic resonance imaging and dedicated neurosonography. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2004; **23**: 333-340.
5. Malinger G, Lev D, Lerman-Sagie T. Is fetal magnetic resonance imaging superior to neurosonography for detection of brain anomalies? *Ultrasound Obstet Gynecol* 2002; **20**: 317-321.
6. Ghi T, Pilu G, Savelli L, Segata M, Bovicelli L. Sonographic diagnosis of congenital anomalies during the first trimester. *Placenta* 2003; **24** (Suppl B): S84-S87.

7. Monteagudo A, Timor-Tritsch IE. First trimester anatomy scan: pushing the limits. What can we see now? *Curr Opin Obstet Gynecol* 2003; **15**: 131–141.
8. Bronshtein M, Ornoy A. Acrania: anencephaly resulting from secondary degeneration of a closed neural tube: two cases in the same family. *J Clin Ultrasound* 1991; **19**: 230–234.
9. Blaas HG, Eik-Nes SH, Vainio T, Isaksen CV. Alobar holoprosencephaly at 9 weeks gestational age visualized by two- and three-dimensional ultrasound. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2000; **15**: 62–65.
10. Blaas HG, Eik-Nes SH, Isaksen CV. The detection of spina bifida before 10 gestational weeks using two- and three-dimensional ultrasound. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2000; **16**: 25–29.
11. Johnson SP, Sebire NJ, Snijders RJ, Tunkel S, Nicolaides KH. Ultrasound screening for anencephaly at 10–14 weeks of gestation. *Ultrasound Obstet Gynecol* 1997; **9**: 14–16.
12. Timor-Tritsch IE, Monteagudo A. Transvaginal fetal neurosonography: standardization of the planes and sections by anatomic landmarks. *Ultrasound Obstet Gynecol* 1996; **8**: 42–47.
13. Malinger G, Katz A, Zakut H. Transvaginal fetal neurosonography. Supratentorial structures. *Isr J Obstet Gynecol* 1993; **4**: 1–5.
14. Pilu G, Segata M, Ghi T, Carletti A, Perolo A, Santini D, Bonasoni P, Tani G, Rizzo N. Diagnosis of midline anomalies of the fetal brain with the three-dimensional median view. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2006; **27**: 522–529.
15. Monteagudo A, Timor-Tritsch IE, Mayberry P. Three-dimensional transvaginal neurosonography of the fetal brain: 'navigating' in the volume scan. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2000; **16**: 307–313.
16. van den Wijngaard JA, Groeneweg IA, Wladimiroff JW, Hop WC. Cerebral Doppler ultrasound of the human fetus. *Br J Obstet Gynaecol* 1989; **96**: 845–849.
17. Filly RA, Cardoza JD, Goldstein RB, Barkovich AJ. Detection of fetal central nervous system anomalies: a practical level of effort for a routine sonogram. *Radiology* 1989; **172**: 403–408.
18. Falco P, Gabrielli S, Visentin A, Perolo A, Pilu G, Bovicelli L. Transabdominal sonography of the cavum septum pellucidum in normal fetuses in the second and third trimesters of pregnancy. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2000; **16**: 549–553.
19. Malinger G, Lev D, Kidron D, Heredia F, Hershkovitz R, Lerman-Sagie T. Differential diagnosis in fetuses with absent septum pellucidum. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2005; **25**: 42–49.
20. Pilu G, Reece EA, Goldstein I, Hobbins JC, Bovicelli L. Sonographic evaluation of the normal developmental anatomy of the fetal cerebral ventricles: II. The atria. *Obstet Gynecol* 1989; **73**: 250–256.
21. Cardoza JD, Filly RA, Podrasky AE. The dangling choroid plexus: a sonographic observation of value in excluding ventriculomegaly. *AJR Am J Roentgenol* 1988; **151**: 767–770.
22. Cardoza JD, Goldstein RB, Filly RA. Exclusion of fetal ventriculomegaly with a single measurement: the width of the lateral ventricular atrium. *Radiology* 1988; **169**: 711–714.
23. Mahony BS, Nyberg DA, Hirsch JH, Petty CN, Hendricks SK, Mack LA. Mild idiopathic lateral cerebral ventricular dilatation in utero: sonographic evaluation. *Radiology* 1988; **169**: 715–721.
24. Bromley B, Nadel AS, Pauker S, Estroff JA, Benacerraf BR. Closure of the cerebellar vermis: evaluation with second trimester US. *Radiology* 1994; **193**: 761–763.
25. Shepard M, Filly RA. A standardized plane for biparietal diameter measurement. *J Ultrasound Med* 1982; **1**: 145–150.
26. Snijders RJ, Nicolaides KH. Fetal biometry at 14–40 weeks' gestation. *Ultrasound Obstet Gynecol* 1994; **4**: 34–48.
27. Pilu G, Falco P, Gabrielli S, Perolo A, Sandri F, Bovicelli L. The clinical significance of fetal isolated cerebral borderline ventriculomegaly: report of 31 cases and review of the literature. *Ultrasound Obstet Gynecol* 1999; **14**: 320–326.
28. Kelly EN, Allen VM, Seaward G, Windrim R, Ryan G. Mild ventriculomegaly in the fetus, natural history, associated findings and outcome of isolated mild ventriculomegaly: a literature review. *Prenat Diagn* 2001; **21**: 697–700.
29. Wax JR, Bookman L, Cartin A, Pinette MG, Blackstone J. Mild fetal cerebral ventriculomegaly: diagnosis, clinical associations, and outcomes. *Obstet Gynecol Surv* 2003; **58**: 407–414.
30. Laskin MD, Kingdom J, Toi A, Chitayat D, Ohlsson A. Peri-natal and neurodevelopmental outcome with isolated fetal ventriculomegaly: a systematic review. *J Matern Fetal Neonatal Med* 2005; **18**: 289–298.
31. Achiron R, Schimmel M, Achiron A, Mashiach S. Fetal mild idiopathic lateral ventriculomegaly: is there a correlation with fetal trisomy? *Ultrasound Obstet Gynecol* 1993; **3**: 89–92.
32. Gaglioti P, Danelon D, Bontempo S, Mombro M, Cardaropoli S, Todros T. Fetal cerebral ventriculomegaly: outcome in 176 cases. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2005; **25**: 372–377.
33. Heiserman J, Filly RA, Goldstein RB. Effect of measurement errors on sonographic evaluation of ventriculomegaly. *J Ultrasound Med* 1991; **10**: 121–124.
34. Mahony BS, Callen PW, Filly RA, Hoddick WK. The fetal cisterna magna. *Radiology* 1984; **153**: 773–776.
35. Monteagudo A, Timor-Tritsch IE. Development of fetal gyri, sulci and fissures: a transvaginal sonographic study. *Ultrasound Obstet Gynecol* 1997; **9**: 222–228.
36. Toi A, Lister WS, Fong KW. How early are fetal cerebral sulci visible at prenatal ultrasound and what is the normal pattern of early fetal sulcal development? *Ultrasound Obstet Gynecol* 2004; **24**: 706–715.
37. Droulle P, Gaillet J, Schweitzer M. [Maturation of the fetal brain. Echoanatomy: normal development, limits and value of pathology]. *J Gynecol Obstet Biol Reprod (Paris)* 1984; **13**: 228–236.
38. Cohen-Sacher B, Lerman-Sagie T, Lev D, Malinger G. Sono-graphic developmental milestones of the fetal cerebral cortex: a longitudinal study. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2006; **27**: 494–502.
39. Robbin ML, Filly RA, Goldstein RB. The normal location of the fetal conus medullaris. *J Ultrasound Med* 1994; **13**: 541–546.
40. Crane JP, LeFevre ML, Winborn RC, Evans JK, Ewigman BG, Bain RP, Frigoletto FD, McNellis D. A randomized trial of prenatal ultrasonographic screening: impact on the detection, management, and outcome of anomalous fetuses. The RADIUS Study Group. *Am J Obstet Gynecol* 1994; **171**: 392–399.
41. Ewigman BG, Crane JP, Frigoletto FD, LeFevre ML, Bain RP, McNellis D. Effect of prenatal ultrasound screening on perinatal outcome. RADIUS Study Group. *N Engl J Med* 1993; **329**: 821–827.
42. Malinger G, Lerman-Sagie T, Waterberg N, Rotmensch S, Lev D, Glezerman M. A normal second-trimester ultrasound does not exclude intracranial structural pathology. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2002; **20**: 51–56.
43. Bennett GL, Bromley B, Benacerraf BR. Agenesis of the corpus callosum: prenatal detection usually is not possible before 22 weeks of gestation. *Radiology* 1996; **199**: 447–450.
44. Bromley B, Benacerraf BR. Difficulties in the prenatal diagnosis of microcephaly. *J Ultrasound Med* 1995; **14**: 303–306.
45. Schlembach D, Bornemann A, Rupprecht T, Beinder E. Fetal intracranial tumors detected by ultrasound: a report of two cases and review of the literature. *Ultrasound Obstet Gynecol* 1999; **14**: 407–418.
46. Simonazzi G, Segata M, Ghi T, Sandri F, Ancora G, Bernardi B, Tani G, Rizzo N, Santini D, Bonasoni P, Pilu G. Accurate neurosonographic prediction of brain injury in the surviving fetus after the death of a monozygotic twin. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2006; **27**: 517–521.
47. Ghi T, Simonazzi G, Perolo A, Savelli L, Sandri F, Bernardi B, Santini D, Bovicelli L, Pilu G. Outcome of antenatally diagnosed intracranial hemorrhage: case series and review of the literature. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2003; **22**: 121–130.
48. Ghi T, Brondelli L, Simonazzi G, Valeri B, Santini D, Sandri F, Ancora G, Pilu G. Sonographic demonstration of brain injury in fetuses with severe red blood cell alloimmunization undergoing intrauterine transfusions. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2004; **23**: 428–431.

ВИЗНАННЯ

Ці рекомендації були розроблені під керівництвом Комітету з освіти ISUOG. Голова, Dario Paladini, University of Naples, Italy

Особлива подяка консультантам-фахівцям, які долучились до проекту:

Gustavo Malinger, MD

Fetal Neurology Clinic, Department of Obstetrics and Gynecology, Wolfson Medical Center, Tel-Aviv University, Israel

Ana Monteagudo, MD

Department of Obstetrics and Gynecology, New York University School of Medicine, New York, USA

Gianluigi Pilu, MD

Department of Obstetrics and Gynecology, University of Bologna, Italy

Ilan Timor-Tritsch, MD

Department of Obstetrics and Gynecology, New York University School of Medicine, New York, USA

Ants Toi, MD

Department of Medical Imaging, Mount Sinai Hospital, University of Toronto, Canada

Копії цього документу доступні за посиланням:

<http://www.isuog.org>

ISUOG Secretariat
Unit 4, Blythe Mews
Blythe Road
London W14 0HW, UK
e-mail: info@isuog.org

Translation into Ukrainian: Dr. Ganna Grebinchenko, MD, PhD
Review of the Ukrainian translation:

Автор українського перекладу: Ганна Гребініченко
Редактор українського перекладу: