

- observations from the DIABHYCAR (type 2 DIABetes, Hypertention, Cardiovascular Events and Ramipril) study /L.Vaur, P.Gueret, M.Lievre [et al.] //Diabetes Care. - 2003. - Vol.26, №3. - P. 855-860.
- Diabetes in heart failure: prevalence and impact on outcome in the population / A.M.From, C.L.Leibson, F.Bursi [et al.] //Am. J. Med. - 2006. - Vol.119, №7. - P. 591-609.
- Fonarow G.C. An approach to heart failure and diabetes mellitus /G.C.Fonarow // Am. J. Cardiol. - 2005. - Vol.96, №4A. - P. 47E-52E.
- Functional class in patients with heart failure is associated with the development of diabetes /A.Tenenbaum, M.Motro, E.Z.Fisman [et al.] //Am. J. Med. - 2003. - Vol.114. - P. 271-275.
- Heart failure prevalence, incidence, and mortality in the elderly with diabetes / A.G.Bertoni, W.G.Hundley, M.W.Massing [et al.] //Diabetes Care. - 2004. - Vol.27, № 3. - P. 699-703.
- Skouri H.N. The impact of diabetes on heart failure: opportunities for intervention / H.N.Skouri, W.H.Wilson Tang //Curr. Heart Fail. Rep. - 2007. - Vol.4, №2. - P. 70-77.
- Stamler J. Diabetes, other risk factors and 12-yr cardiovascular mortality for men screened in the Multiple Risk Factor Intervention Trial /J.Stamler, O.Vaccaro, J.D.Neaton //Diabetes Care. - 1993. - Vol.16. - P. 434-444.
- The association between glucose abnormalities and heart failure in the population-based Reykjavik study / I.S.Thrainsdottir, T.Aspelund, G.Thorgeirsson [et al.] //Diabetes Care. - 2005b. - Vol.28(3). - P. 612-616.

**Афанасюк О.И.**

# ПАТОГЕНЕТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ СЕРДЕЧНОЙ НЕДОСТАТОЧНОСТИ ПРИ СТАБИЛЬНОЙ СТЕНОКАРДИИ С КОМОРБИДНЫМ САХАРНЫМ ДИАБЕТОМ ТИПА 2

**Резюме.** В статье приведены основные патогенетические особенности развития хронической сердечной недостаточности при стабильной стенокардии с коморбидным сахарным диабетом, а также отмечается, что в патогенетической основе хронической сердечной недостаточности и сахарного диабета лежат одинаковые патофизиологические процессы, осложняющие течение друг друга и ухудшают прогноз у данной категории пациентов.

**Ключевые слова:** сердечная недостаточность, стабильная стенокардия, сахарный диабет.

**Afanasyuk O.I.**

# PATHOGENETIC FEATURES OF HEART FAILURE IN STABLE ANGINA WITH COMORBID DIABETES TYPE 2

**Summary.** The article presents the main features of the pathogenesis of chronic heart failure in stable angina with comorbid diabetes, and observed that the pathogenetic basis of chronic heart failure and diabetes are the same pathophysiological processes that impede the progress of each other and worsen the prognosis for these patients.

**Key words:** heart failure, stable angina, diabetes.

Стаття надійшла до редакції 27.09.2013 р.

Афанасюк Оксана Іванівна - к.мед.н., доцент, завідувач навчальної частини кафедри внутрішньої медицини №3 Вінницького національного медичного університету імені М.І. Пирогова; afanasyuk@rambler.ru

© Богомаз О.В.

УДК: 612.766:612.8

**Богомаз О.В.**

Вінницький національний медичний університет імені М.І. Пирогова, кафедра нормальної фізіології (вул. Пирогова, 56, м. Вінниця, Україна, 21018)

# СУЧАСНІ УЯВЛЕННЯ ПРО НЕЙРОФІЗІОЛОГІЧНІ МЕХАНІЗМИ ОРГАНІЗАЦІЇ ЛОКОМОЦІЇ

**Резюме.** В результаті проведеного науково-теоретичного аналізу джерел вітчизняної та зарубіжної літератури висвітлений стан досліджень, які стосуються нейрофізіологічних механізмів організації локомоції тварин і людини.

**Ключові слова:** локомоція, ходьба.

Життєзабезпечуюча поведінка, така як пошук їжі та уникання хижаків, містить у собі локомоцію, як невід'ємний компонент. Локомоція визначається як рухова активність, що спрямована на переміщення тіла в просторі. У природі існує велика кількість різних типів пересувань, таких як плавання, літання, ходьба, що мають місце в різних середовищах, заселених тваринним світом. Загальною рисою всіх типів локомоцій у більшості випадків є повторення циклічної діяльності придатків-кінцівок з метою переміщення тіла. Наземна локомоція в ссавців включає в себе декілька видів: у чотириногих - ходьба, рись, іноходь, галоп, рикосетуючі біпедальні стрибки (наприклад, у кенгуру та тушканчиків), у людини (головним чином біпедальна локомоція, до якої перейшли її предки приблизно 7 млн.

років тому) - ходьба та біг. Цікаво, що "крокуючі" пересування надають унікальних переваг. Спроможність крокувати над або під перешкодами й використовувати окремі точки опори дозволяє тваринам і людині успішно перетинати місцевість, що фактично неприступна для колісних видів транспорту.

Ходьба є фундаментальним видом локомоції людини й чи не найважливішою функцією, що забезпечує незалежне й повноцінне повсякденне існування.

Відомі два основних типи рухової активності, що є вирішальними для здійснення рухів: перший включає в себе підтримання пози й рівноваги, а другий - власне рухи. Окреме їх існування не можливе. Перший (постуральна активність) є справжньою основою для всіх рухових актів.

Завдання контролю пози полягають у підтриманні вертикального положення тіла людини, стабільності та орієнтації тіла в оточуючому середовищі, а також у механічній підтримці руху.

Постуральний тонус модулюється через міотатичні рефлекторні петлі, тонічні лабіринтні й шийні рефлекси, поперекові рефлекси. Проте, є дослідження, які показали, що при загрозі рівновазі під час спокійного стояння в здорових молодих людей залучались вищі рівні контролю, а реакцій моносинаптичного рефлексу розтягнення не спостерігали [Grönberg et al., 2005]. Відповіді пози націлені на відновлення рівноваги всупереч внутрішнім порушенням. Згідно досліджень С. Schmitz, вони базуються на ряді вроджених реакцій, які відібрані і сформовані протягом онтогенезу [Schmitz et al., 2005].

Потрібно відмітити, що різноманітні кіркові пошкодження супроводжуються суттєвими порушеннями пози, що вказує на наявність кіркових механізмів реалізації програми вертикальної пози. Так, дефіцит сенсорної інтеграції і схеми тіла в просторі при ураженні тім'яної частки є одним з головних обмежуючих факторів і не може бути подоланий у процесі навчання довільному контролю пози [Устинова и др., 2000].

У людини, де має місце мала площа опори, регуляція положення центра гравітації здійснюється завдяки зміщенням частин тіла [Horak, 2006]. Інформація про орієнтацію щодо вертикальної осі надходить від вестибулярних і зорових рецепторів [Massion, 1998]. Існує дві протилежні думки, що стосуються ролі різноманітних аферентцій. Згідно з однією гіпотезою, мультисенсорна інформація використовується для побудови вертикального стандартного еталону, згідно якого буде відбуватися випрямлення тіла [Filipini et al., 2009]. Іншою думкою є те, що різноманітні чутливі джерела слугують для реєстрації помилок фактичної пози щодо рекомендованого, визначеного іншими органами чуття значення [Bronstein et al., 2004].

Дослідження компенсаторних рефлексів пози у відповідь на коливання підтримуючої поверхні вказує на два рівні контролю: стратегію й синергію. Видатний російський вчений М.О.Бернштейн висунув гіпотезу про те, що нервова система організовує рухи в ієрархічному порядку: вищі рівні нервової системи активізують нижчий рівень синергій, якими є групи м'язів, що змушені працювати разом як одна одиниця [Бернштейн, 1990]. В.С.Гурфінкель [Gurfinkel et al., 1995] та L.M.Nashner [Nashner, 1977] підтвердили гіпотезу про те, що рівновага контролюється нервово запрограмованими синергіями. Запрограмовані нервовою системою м'язові моделі, або синергії, створюють відповідну силу м'язів для досягнення певної стратегії. Сформовано уявлення про дві головні "стратегії пози", які використовує людина з метою компенсації зовнішніх збурень [Horak, Nashner, 1986]. Так, при швидких збуреннях або при стоянні на вузькій опорі залучається "тазостегнова стратегія" ("hip

strategy"), у якій головна роль у стабілізації відводиться тазостегновому суглобу [Horak, Nashner, 1986], повільні ж збурення компенсуються за рахунок змін кута в гомілковостопному суглобі ("ankle strategy") [Nemami et al., 2006].

Контроль рівноваги під час звичайної ходьби регулюється м'язами стегна, у той час як компенсування порушень рівноваги під час ходьби, як виявилось, контролюється реакціями м'язів у гомілковостопному суглобі [Bloem et al., 2002].

Здійснення локомоції людини можливе тільки при виконанні наступних вимог: антигравітаційна підтримка тіла, крокування, відповідний рівень рівноваги та поступальний рух уперед [Masdeu et al., 1997]. У людини труднощі біпедальної локомоції пов'язані з малою площею опори, відсутністю стабілізації у площинах та високим розташуванням центра маси тіла. Тому в складному процесі керування біпедальною локомоцією людини ключова роль належить координації сегментарної діяльності тіла людини [Horak, 2006], а також вестибулярній, зоровій та пропріоцептивній сенсорним системам [Schmitz et al., 2005].

Практично для всіх рухових актів людини підтримка тіла у вертикальному положенні є загальнонеобхідною вимогою. У вертикальному положенні центр маси тіла людини розташований по передньому краю другого крижового хребця. Ходьба людини здійснюється в умовах нестабільної рівноваги через те, що тіло рухається вузькою базою опори. Тому контроль рівноваги спрямований на постійне утримання центра маси в межах вертикальних проекцій вузьких поперемих баз опори. Просування тіла вперед відбувається за рахунок переміщення центра маси вперед, а вага тіла, яке нахилиється донизу, є тією силою, що здійснює просування. Крім того, нахил тіла вперед є складовою необхідної та адекватної стимуляції для збудження крокування. При нахилі тіла вперед понад певну можливу ступінь людина повинна або впасти, або винести ногу та зробити крок уперед. Тому цей крок уперед або забезпечує захисну реакцію проти падіння, або забезпечує крокування, яке буде тривати до тих пір, доки буде мати місце просування [Folkowski et al., 2002]. Саме з цих позицій ходьбу можна визначити як "кероване падіння", що попереджається виносом ноги вперед.

Локомоція має складну морфофункціональну основу. Здебільшого нейрофізіологічна література присвячена експериментальним дослідженням квадроногальної локомоції, тоді як локомоція людини є біпедальною, але їх базисні механізми досить схожі. Нервові структури, що причетні до регуляції пози й рухів, розташовані в різних відділах центральної нервової системи (ЦНС) - від спинного мозку (СМ) до кори великих півкуль.

Нервові мережі СМ надають йому надзвичайно складні локомоторні можливості. Здійснення локомоторних рухів можливе за участю так званого центрального генератора локомоторних рухів (ЦГЛР), тобто груп

синаптично пов'язаних між собою та з мотонейронними пулами премоторних інтернейронів, що забезпечують координовані циклічні імпульсації до пулів спинальних мотонейронів [Гурфинкель и др., 1998]. Саме механізмами спинального рівня визначаються головні фази ходьби: винос кінцівки, фаза опори, перенос центра маси тіла [MacKay-Lyons, 2002].

Вважають, що спинальний локомоторний механізм може генерувати різні ритми, котрі відповідають різним швидкостям локомоції. Він може в різному ступені активувати м'язи кінцівок, внаслідок чого буде змінюватись інтенсивність крокування. У певних умовах ЦГЛР здатен створювати різний тип пересування за рахунок встановлення різних фазових співвідношень між кінцівками [Shik, Orlovsky, 1976].

На відміну від великої кількості одержаних на щурах та котах даних щодо центральних генераторів ритму, які лежать в основі центрального контролю локомоції, значно менше відомо про спинальні дуги, що працюють подібно до ЦГЛР, у людини. Дослідження останніх років з великою часткою ймовірності свідчать на користь наявності в людини ЦГЛР [Гурфинкель и др., 1998; Zehr, Duysens, 2004].

Група дослідників під керівництвом В. Calancie описала приклад роботи центрального генератора ритму крокування в дорослої людини [Calancie et al., 1994]. Але їх результати були отримані при дослідженні лише одного пацієнта з хронічним неповним пошкодженням шийного відділу СМ. Мимовільні ритмічні рухи нижніх кінцівок пацієнта ініціювались при його розташуванні горілиць з екстензією стегон і усувались згинанням стегон, стоянням і під час сну горілиць. Застосовуючи епідуральну електричну стимуляцію певної ділянки дорсальної поверхні СМ (сегмент L2), інші групи дослідників змогли викликати подібну до локомоції активність пацієнтів з параплегією нижніх кінцівок [Герасименко, 2002]. Ці рухи відрізнялись від реальної ходьби відсутністю фази опори (через зовнішню підтримку маси тіла), але їх паттерн - наявність реципрокних відносин між проксимальними й дистальними м'язами, а також між м'язами-антагоністами, їх ритміка (0,3 - 0,5 Гц) та відповідна координація були характерними для крокування.

Але відома думка, що дослідження за участю спинальних хворих не можуть остаточно вирішити питання про роль ЦГЛР у здійсненні локомоції людини, оскільки стан СМ, що залишився без низхідних впливів, різко змінюється, і, при вивченні тільки патології, неможливо вважати, що в нормі керування локомоцією забезпечують ті ж самі механізми [Гурфинкель и др., 1998]. Тому автори дослідили можливість ініціації крокуючих рухів однієї нижньої кінцівки (при усуненні гравітаційного моменту: нога вивішена в горизонтальній площині) в здорових добровольців прикладанням вібрації до м'язів нижніх кінцівок або їх сухожилків. Ці спостереження дали можливість обґрунтувати думку, що ритмічна активність ініціюється центральними механізмами

генерації крокуючих рухів.

Усі ці результати не виключають присутності в СМ людини спинальних нервових мереж, що здатні генерувати локомоцію. На відміну від спинальних котів, пацієнти з повним поперечним пошкодженням СМ не в змозі досягнути рівня як стабільного крокування, так і крокування без сторонньої допомоги [Hultborn, Nielsen, 2007]. Це означає, що спинальні нервові мережі людини, що здатні генерувати локомоцію, не є потужними настільки, щоб збуджувати локомоцію самостійно, і що супраспинальні процеси сильніше домінують у людини, ніж у тварини [Zehr, Duysens, 2004]. Існує думка, що ЦГЛР людини загальмовані, а команди з надсегментарних структур надходять у вигляді звільнення їх гальмування [Герасименко, 2002].

Загальний контроль локомоції досягається завдяки змінам рівня збудження центрів пози та локомоції понто-медулярної ретикулярної формації, середнього й проміжного мозку, кори великих півкуль [Armstrong, 1988]. Інформація до СМ надходить субкортикальними шляхами, що об'єднані в дві системи: вентромедіальну й дорсолатеральну [Lemon, 2008]. Перед початком локомоції більшість ретикуло-, вестибуло- та руброспинальних нейронів знаходяться в стані слабкої фонової активності, але під час локомоції в більшості з цих нейронів рееструються ритмічні залпові розряди [Lavoie, Drew, 2002]. У цілому існує тенденція до збільшення частоти розрядів нейронів у певну фазу крокового циклу та її зменшення в інші фази. Періоди максимальної активності в різних нейронах різні. Нейрони ретикулоспинального тракту переважно збуджують мотонейрони м'язів флексорів і гальмують мотонейрони м'язів екстензорів іпсилатеральної задньої кінцівки. Максимальна активність ретикулоспинальних клітин спостерігається в фазу згинання або переносу кінцівки. Вестибулоспинальні нейрони здійснюють збудження мотонейронів м'язів екстензорів іпсилатеральної задньої кінцівки. Їх максимальна активність спостерігається на початку фази розгинання або стояння. Нейрони руброспинального тракту збуджують мотонейрони, що відповідають за іннервацію м'язів флексорів контралатеральної задньої кінцівки. Максимальна активність цих нейронів спостерігається під час фази переносу кінцівки [Lavoie, Drew, 2002]. У децереброваних кішок періоди максимальної активності нейронів низхідних трактів переважно співпадають з періодами активності тих м'язів, на які дані тракти здійснюють збуджуючі впливи.

В експериментах на децереброваних та інтактних кішках було ідентифіковано чотири локомоторні ділянки - специфічні ділянки стовбура мозку, що контролюють позу та локомоцію. При їх електричному або хімічному подразненні в інтактних тварин виникають зміни пози та локомоції [Mori et al., 1989; Mori et al., 1992]. До них відносяться субталамічна локомоторна ділянка латерального гіпоталамуса (СтЛД), мезенцефалічна локомоторна ділянка (МелД), дорсальне покришкове

поле й вентральне покришкове поле каудальної частини мосту. Гомологічні ділянки знайдені в мавп виду макаки й людей [Jahn et al., 2008]. Заслугує на увагу той факт, що постуральні та локомоторні синергії структуровані ієрархічно в рострально-каудальному напрямку стовбура мозку [Mori et al., 1992].

МелД ініціює локомоцію через активацію стовбурових ретикулоспинальних нейронів. Результати стимуляції МелД разом зі стимуляцією дорсального та вентрального покришкового полів вказують на те, що підвищення рівня тону м'язів пози й активація ЦГЛР не є автономними явищами [Mori et al., 1989]. Отримано дані на користь того, що система регуляції тону м'язів пози є однією з підсистем, що залучаються до регуляції локомоції. Протягом фіктивного крокування, що викликано МелД, передача на мотонейрони м'язів флексорів полегшується під час фази згинання, а передача на мотонейрони м'язів екстензорів - під час фази розгинання [Gossard et al., 1994].

Результати комп'ютерного моделювання дозволили припустити, що прямий вхід з ретикулоспинальних нейронів може мати мінливі, непередбачувані ефекти на ЦГЛР [Jung et al., 1996]. Для стабілізації локомоторного ритму суттєвими є зворотні зв'язки через спиноретикулярні нейрони й входи з інших регіонів мозку. Ство́бур, як місце конвергенції багатьох входів, забезпечує локомоторну функцію шляхом залучення спиноретикулярного входу з ЦГЛР разом з іншими входами від зорової і вестибулярної сенсорних систем. Як наслідок, поведінка тварини стає більш чутливою до нахилишньої ситуації.

Білатеральне руйнування СтЛД латерального гіпоталамуса на кішках показало, що СтЛД відповідає за початок локомоції, яка є складовою цілеспрямованої поведінки тварини, такої як полювання, захист, пошук їжі тощо [Shik, Orlovsky, 1976]. Подразнення латерального гіпоталамуса викликає в інтактних кішок пошукові локомоторні рухи [Mori et al., 1989]. Також доведено, що латеральний гіпоталамус причетний до регуляції рухів передніх кінцівок і залучається до систем, що забезпечують повноцінне формування та завершення певних моторних програм [Мороз і др., 1998].

Виявлення під час пересування нових стимулів середовища та тих, що рухаються, контролюється структурами покрівлі стовбура мозку (тectosпинальний тракт) [Alvarado et al., 2008].

У контролі локомоції супраспинальні структури виконують такі функції, як модуляцію ЦГЛР, контроль інтенсивності його дії, підтримання рівноваги під час локомоції, пристосування руху кінцівок до зовнішніх умов і координацію локомоцій з іншими руховими актами. ЦГЛР генерують складні паттерни м'язової активності, що потрібні для локомоції. Низхідні команди, що сформовані у вищих моторних центрах, зазнають суттєвих динамічних перетворень на шляху до м'язів, що дозволяє коректувати інерційність м'язового скорочення

[Костюков, 2007].

Хоча локомоторна поведінка тварин з перерізними СМ має характерні ознаки паттерну ходьби, їй бракує витонченості, що спостерігається в котів з неушкодженим СМ і навіть у децереброваних тварин. У цих експериментальних моделях відсутній мозочок. Мозочок отримує копії еферентного виходу ЦГЛР до мотонейронів через вентральні спинозочкові й спиноретикулозочкові шляхи, доцентрову інформацію, що генерується як активними, так і пасивними локомоціями, про активність периферичного рухового апарату через дорзальний спинозочковий тракт, а також вестибулярні й зорові входи. У свою чергу, мозочок опосередковано впливає на мотонейрони через вестибулоспинальний, руброспинальний, ретикулоспинальний і кортикоспинальний шляхи. Нейрони дорзального спиноцеребелярного тракту кодують глобальні параметри, як, наприклад, довжина кінцівки й орієнтація [Bosco, Porrele, 2001]. Ця інформація дуже корисна в плануванні змін ритмів активності в різних низхідних трактах. Принциповою функцією мозочка може бути синхронізація м'язової активації, точна настройка виходів для адаптації кожного циклу кроку [Lansner, Ekeberg, 1994].

Функціональний вихід мозочка поліпшує між- і внутрішньокінцівкову координацію рухів. У людей недостатність мозочка (що частіше всього пов'язана з пошкодженнями черв'яка або флокунулодулярної його частини) призводить до нерівномірного просторово-часового крокування з недостатньою міжкінцівковою координацією, неточного розташування стопи й дефіциту рівноваги [Ilg et al., 2008]. Крім того, дослідженнями S. M. Morton та A. J. Bastian доведено, що мозочку належить головна роль саме в предиктивних локомоторних пристосуваннях [Morton, Bastian, 2006].

Під час локомоції активність більшості клітин Пуркін'є модулюється в ритмі крокування. Максимальна сумарна активність загальної популяції клітин Пуркін'є реєструється на початку фази опори. Група клітин ядра вершини проявляє максимальну активність протягом фази переносу іпсилатеральної задньої кінцівки. Максимальна сумарна активність групи клітин вставного ядра спостерігається на початку фази переносу іпсилатеральної задньої кінцівки, а мінімальна - під час фази опори [Masdeu et al., 1997].

Після видалення мозочка практично зникає ритмічна модуляція нейронів ретикулоспинального, вестибулоспинального та руброспинального трактів. Ритмічні імпульси, які надходять до мозочка спинозочковими шляхами регулюють активність його нейронів, а еферентні імпульси з мозочка, у свою чергу, регулюють активність нейронів низхідних трактів стовбура мозку. Видалення мозочка супроводжується значним підвищенням фонові активності вестибулоспинальних нейронів та зниженням активності нейронів ретикулоспинального й руброспинального трактів. Унаслідок роз'єднання низхідних трактів відбуваються порушення між тону

м'язів згиначів і розгиначів, що викликає локомоторну атаксію, яка має місце після видалення мозочка [Ilg et al., 2008]. Результати цих досліджень свідчать про те, що замкнені ланцюги СМ-мозочок-СМ слугують системою регуляції локомоторного циклу [Morton, Bastian, 2006].

Базальні ганглії вважають невід'ємними структурами великих, точних контурів регуляції, що включають кору великого мозку й таламус. Вони причетні до широкого кола різноманітних функцій, включаючи планування, ініціацію, виконання й завершення рухових програм; моторного навчання. Як мозочок, так і базальні ядра відіграють важливу роль у синхронізації м'язової активації, але базальні ядра діють у тривалішому масштабі часу [DeLong, Wichmann, 2009].

Кора великих півкуль задіяна у формуванні більш специфічних змін, таких як покрокові адаптивні зміни, що використовуються для досягнення пристосувальної поведінки, а також для здійснення загальних чи глобальних змін [Bretzner, Drew, 2005]. Префронтальна кора відіграє особливу роль у запуску та підтримці моторних відповідей. Видалення кори й базальних гангліїв може

як активувати, так і розгальмовувати такі локомоторні центри як МелД і СтЛД [Masdeu et al., 1997].

Кортикоспинальний тракт активно залучається при униканні візуально оцінених перешкод, розміщенні стопи при пристосуванні до різних підтримуючих поверхонь під час руху. Тварини з пошкодженнями кортикоспинального тракту можуть відносно добре рухатись рівною поверхнею з різною швидкістю. Коли тварина вимушена долати перепони на своєму шляху або розміщувати лапи в специфічне положення (наприклад, на щаблі драбини), активність кортикоспинального тракту зростає в значній мірі. Нейрони цього тракту активні під час фази переносу; їх активність не тільки точно кодує підняття кінцівки, щоб уникнути перешкоди, але й розміщення стопи. Залежно від інтенсивності кортикального залпу імпульсів неперервний ритм просування може бути змінений або знову відновлений [Bronstein et al., 2004]. Крім того, з'являються дані про те, що моторна зона кори вносить більш значний внесок у планування модифікацій ходьби, ніж вважали раніше [Andujar et al., 2010].

## Список літератури

- Бернштейн Н.А. Физиология движений и активность / Н.А. Бернштейн. - М.: Наука, 1990. - 495 с.
- Герасименко Ю.П. Генераторы шагательных движений человека: спинальные механизмы их активации / Ю.П. Герасименко // Авиакосмическая и экологическая медицина. - 2002. - Т.36, №3. - С. 14-24.
- Костюков А.И. Динамические свойства двигательной системы млекопитающих / Костюков А.И. - К.: ФАДА, ЛТД, 2007. - 199 с.
- Мороз В.М. Латеральний гіпоталамус і префронтальна кора в організації довільних рухів / Мороз В.М., Йолтухівський М.В., Власенко О.В. - Вінниця-Київ, 1998. - 181 с.
- Нарушения обучения произвольному контролю позы при корковых поражениях различной локализации: к вопросу о корковых механизмах регуляции позы / К.И. Устинова, Л.А. Черникова, М.Е. Иоффе [и др.] // Журнал Высшей Нервной Деятельности. - 2000. - Т.50, №3. - С. 421-433.
- Существует ли генератор шагательных движений у человека? / В.С. Гурфинкель, Ю.С. Левик, О.В. Казенников [и др.] // Физиология человека. - 1998. - Т.24, №3. - С. 42-50.
- Andujar J.E. A contribution of area 5 of the posterior parietal cortex to the planning of visually guided locomotion: limb-specific and limb-independent effects / J.E. Andujar, K. Lajoie, T. Drew // J. Neurophysiol. - 2010. - Vol.103, №2. - P. 986-1006.
- A neural network model of multisensory integration also accounts for unisensory integration in superior colliculus / J.C. Alvarado, B.A. Rowland, T.R. Stanford [et al.] // Brain Research. - 2008. - Vol. 1242. - P. 13-23.
- Armstrong D.M. The supraspinal control of mammalian locomotion / D.M. Armstrong // J. Physiol. - 1988. - Vol.405. - P. 1-37.
- Bosco G. Proprioception From a Spinocerebellar Perspective / G. Bosco, R.E. Poppele // Physiol Rev. - 2001. - Vol. 81, №2. - P. 539-568.
- Bretzner F. Contribution of the motor cortex to the structure and the timing of hindlimb locomotion in the cat: a microstimulation study / F. Bretzner, T. Drew // J. Neurophysiol. - 2005. - Vol.94, №1. - P. 657-672.
- Clinical Disorders of Balance, Posture and Gait / [Bronstein A.M., Brandt T., Woollacott M.H., Nutt J.G. - London: Arnold, 2004. - 466 p.
- DeLong M. Update on models of basal ganglia function and dysfunction / M. DeLong, T. Wichmann // Parkinsonism Relat Disord. - 2009. - Vol.15, Suppl.3. - P. S237-240.
- Does postural instability affect the initiation of human gait? / P. Fiolkowski, D. Brunt, M. Bishop [et al.] // Neurosci Lett. - 2002. - Vol.323, №3. - P. 167-170.
- Horak F.B. Central programming of postural movements: adaptation to altered support-surface configurations / F.B. Horak, L.M. Nashner // Journal of Neurophysiology. - 1986. - Vol.55, №6. - P. 1369-1381.
- Horak F.B. Postural orientation and equilibrium: what do we need to know about neural control of balance to prevent falls? / F.B. Horak // Age Ageing. - 2006. - Vol.35, Suppl.2. - P. ii7-ii11.
- Hultborn H. Spinal control of locomotion--from cat to man / H. Hultborn, J.B. Nielsen // Acta Physiol. - 2007. - Vol.189, №2. - P. 111-121.
- Improvement of Stance Control and Muscle Performance Induced by Focal Muscle Vibration in Young-Elderly Women: A Randomized Controlled Trial / G.M. Filippi, O. Brunetti, F.M. Botti [et al.] // Archives of Physical Medicine and Rehabilitation. - 2009. - Vol.90, №12. - P. 2019-2025.
- Involuntary stepping after chronic spinal cord injury. Evidence for a central rhythm generator for locomotion in man / B. Calancie, B. Needham-Shropshire, P. Jacobs [et al.] // Brain. - 1994. - Vol.117, №5. - P. 1143-1159.
- Jung R. Dynamic behavior of a neural network model of locomotor control in the lamprey / R. Jung, T. Kiemel, A.H. Cohen // J. Neurophysiol. - 1996. - Vol.75, №3. - P. 1074-1086.
- Kinesthetic reference for human orthograde posture / V.S. Gurfinkel, Y.P. Ivanenko, Y.S. Levik [et al.] // Neuroscience. - 1995. - Vol.68, №1. - P. 229-243.
- Lansner A. Neuronal network models of motor generation and control / A. Lansner, O. Ekeberg // Curr Opin Neurobiol. - 1994. - Vol.4, №6. - P. 903-908.
- Lavoie S. Discharge Characteristics of Neurons in the Red Nucleus During Voluntary Gait Modifications: a Comparison with the Motor Cortex / S. Lavoie, T. Drew // J. Neurophysiol. - 2002. - Vol.88, №4. - P. 1791-1814.
- Lemon R.N. Descending pathways in motor

- control /R. N. Lemon //Annu. Rev. Neurosci. - 2008. - Vol.31. - P. 195-218.
- MacKay-Lyons M. Central pattern generation of locomotion: a review of the evidence /M. MacKay-Lyons //Phys Therapy. - 2002. - Vol.82, №1. - P. 69-83.
- Masdeu J.C. Gait disorders of aging: falls and therapeutic strategies / Masdeu J.C., Sudarsky L., Wolfson L. - New York: Lippincott-Raven, 1997. - 443 p.
- Massion J. Postural Control Systems in Developmental Perspective /J. Massion //Neurosci Behav. Rev. - 1998. - Vol.22, №4. - P. 465-472.
- Morton S.M. Cerebellar Contributions to Locomotor Adaptations during Splitbelt Treadmill Walking /S.M. Morton, A.J. Bastian //The Journal of Neuroscience. - 2006. - Vol.26, №36. - P. 9107-9116.
- Nashner L.M. Fixed patterns of rapid postural responses among leg muscles during stance /L.M. Nashner //Exp. Brain Res. - 1977. - Vol.30, №1. - P. 13-24.
- Neuronal constituents of postural and locomotor control systems and their interactions in cats /S. Mori, K. Matsuyama, J. Kohyama [et al.] //Brain Dev. - 1992. - Vol.14. - P. 109-120.
- Quantitative analysis of the ankle strategy under translational platform disturbance / H. Hemami, K. Barin, Y.C. Pai //IEEE Trans Neural Syst Rehabil Eng. - 2006. - Vol.14, №4. - P. 470-480.
- Schmitz C. Early development of postural adjustments in standing with and without support /C. Schmitz, H. Forssberg, M. Hadders-Algra //Gait & Posture. - 2005. - Vol.21, Suppl. 1. - P. S2.
- Shik M.L. Neurophysiology of locomotor automatism /M.L. Shik, G.N. Orlovsky //Physiol Rev. - 1976. - Vol.56, №3. - P. 465-501.
- Site-specific postural and locomotor changes evoked in awake, freely moving intact cats by stimulating the brainstem / S. Mori, T. Sakamoto, Y. Ohta [et al.] // Brain Res. - 1989. - Vol.505, №1. - P. 66-74.
- Spatio-temporal separation of roll and pitch balance-correcting commands in humans /C. Gronberg, J. Duysens, F. Honegger [et al.] //J. Neurophysiol. - 2005. - Vol.94, №5. - P. 3143-3158.
- Supraspinal locomotor control in quadrupeds and humans /K. Jahn, A. Deutschländer, T. Stephan [et al.] //Prog. Brain Res. - 2008. - Vol.171. - P. 353-362.
- The influence of focal cerebellar lesions on the control and adaptation of gait /W. Ilg, M.A. Giese, E.R. Gizewski [et al.] //Brain. - 2008. - Vol.131, №11. - P. 2913-2927.
- Transmission in a locomotor-related group Ib pathway from hindlimb extensor muscles in the cat /J.P. Gossard, R.M. Brownstone, I. Barajon [et al.] // Exp. Brain Res. - 1994. - Vol.98, №2. - P. 213-228.
- Triggering of balance corrections and compensatory strategies in a patient with total leg proprioceptive loss / B.R. Bloem, J.H. Allum, M.G. Carpenter [et al.] //Exp. Brain Res. - 2002. - Vol.142, №1. - P. 91-107.
- Zehr E.P. Regulation of arm and leg movement during human locomotion / E.P. Zehr, J. Duysens //Neuroscientist. - 2004. - Vol.10, №4. - P. 347-361.

**Богомаз О.В.**

## СОВРЕМЕННЫЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ О НЕЙРОФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ МЕХАНИЗМАХ ОРГАНИЗАЦИИ ЛОКОМОЦИИ

**Резюме.** В результате проведенного научно-теоретического анализа отечественной и зарубежной литературы освещено состояние исследований, которые касаются нейрофизиологических механизмов организации локомоции животных и человека.

**Ключевые слова:** локомоция, ходьба.

**Bogomaz O.V.**

## MODERN IMAGINATIONS ABOUT NEUROPHYSIOLOGICAL MECHANISMS OF THE LOCOMOTION ORGANIZATION

**Summary.** As a result of the conducted scientific and theoretical analysis of the domestic and foreign research literature the state of investigations that have to do with the neurophysiological mechanisms of organization of locomotion in animals and human is reported.

**Key words:** locomotion, walking.

Стаття надійшла до редакції 30.09.2013 р.

Богомаз Ольга Василівна - к.б.н, доцент кафедри нормальної фізіології Вінницького національного медичного університету імені М.І. Пирогова; +38 067 279-97-77

© Дзісь Н.П.

УДК: 611.81:611.839:612.6-055.2

**Дзісь Н.П.**

Вінницький національний медичний університет імені М.І. Пирогова кафедра акушерства гінекології №2 (вул. Пирогова, 56, м. Вінниця, Україна, 21018)

## РОЛЬ ЦЕНТРАЛЬНОЇ ТА ВЕГЕТАТИВНОЇ НЕРВОВОЇ СИСТЕМИ В ЗАБЕЗПЕЧЕННІ РЕПРОДУКТИВНОЇ ФУНКЦІЇ ЖІНКИ

**Резюме.** В статті узагальнено результати опублікованих наукових робіт, в яких викладено сучасну точку зору з питань порушення репродуктивної функції жінки в залежності від стану нервової системи та її регуляторного впливу на організм. Тому вивчення проблеми гінекологічних захворювань, залежних від стресових факторів, в теперішній час є обґрунтованим для визначення методів діагностики психологічних розладів та розробки консервативних підходів до лікування таких пацієнток.

**Ключові слова:** репродуктивне здоров'я, психогенні фактори, біогенні аміни, стрес, непліддя, хронічні запальні захворювання геніталій.

Одним з найважливіших аспектів виникнення патологічних розладів репродуктивної системи жінки є стан центральної та вегетативної нервової системи, а також індивідуальні психологічні особливості. Поши-