

## ОРИГІНАЛЬНІ СТАТТІ

УДК 616.718.4+616.718.5/.6]-001.5-036.82](045)

DOI: <http://dx.doi.org/10.15674/0030-59872021310-17>**Концепція формування постурального патерну у хворих із діафізарними післятравматичними деформаціями довгих кісток нижніх кінцівок****К. К. Романенко<sup>1,2</sup>, О. Д. Карпінська<sup>1</sup>, Я. А. Долуда<sup>1</sup>, Д. В. Прозоровський<sup>1</sup>**<sup>1</sup> ДУ «Інститут патології хребта та суглобів ім. проф. М. І. Ситенка НАМН України», Харків<sup>2</sup> Харківська медична академія післядипломної освіти МОЗ України

*Objective.* To invent the concept of new postural pattern formation in the consequence of severe injury of lower extremities associated with the development of «syndrome of posttraumatic diaphyseal deformities of lower extremities». *Methods.* The classic model of the development of transformation «health–disease», that was initially worked out in 1960<sup>th</sup> years, has been used to build up a concept of the returning of patient from trauma to relative health. The idea of this approach was to make analogy of regulatory process under the conditions of disease with emergency control in sophisticated technical systems of automatic control. The results of instrumental investigation of patients and mathematic modelling was used. *Results.* In the case of the development of «syndrome of posttraumatic diaphyseal deformities of lower extremities» in addition to decreased muscular strength, joints stiffness and limb lengthening the complex of following complications occurs: anatomical disarrangements in adjusted joints and muscular imbalance. If the deformity development is accompanied by the saved weightbearing function of the limb a compensatory mechanism in length of time and in a process of walking capacity restitution creates new «body scheme» and stereotypes of walking and standing. Inherent program of movement substitutes with acquired one. If the deformity occurs just on one lower extremity the anatomical disarrangements of the whole skeletal system take place: the tilt of pelvis and spine, hip abduction/adduction contracture, varus/valgus deformity in knee joint, the disturbance of weightbearing capacity of feet with different derangements in ankle and subtalar joints (including varus/valgus deformities). The severity of these secondary changes depends upon the value of deformity, general and psychological status of patient. *Outcomes.* Invented concept of new postural pattern formation in consequence of severe injury of lower extremities associated with the development of «syndrome of posttraumatic diaphyseal deformities of lower extremities» allows to assess and understand a locomotor behavior of patient and take it into consideration in treatment planning. *Key words.* Postural pattern, posttraumatic deformity, lower extremity, secondary changes, adaptive changes.

*Мета.* Створення концепції формування нового постурального патерну внаслідок перенесеної важкої травми нижніх кінцівок із розвитком синдрому діафізарних післятравматичних деформацій довгих кісток нижніх кінцівок. *Методи.* Для побудови концепції повернення хворого від травми до відносного здоров'я розглянуто модель класичного розвитку «здоров'я – хвороба», розроблену в 1960-х роках. Ідея підходу полягала в проведенні аналогії між процесом регулювання за умов хвороби й аварійним регулюванням у складних технічних системах автоматичного управління. Використано результати інструментальних обстежень пацієнтів і математичного моделювання. *Результати.* У разі розвитку синдрому діафізарних післятравматичних деформацій довгих кісток нижніх кінцівок, крім зменшення сили м'язів, розвитку контрактур і вкорочення кінцівки, формується низка ускладнень: одночасно з деформацією кістки виникає порушення анатомічних співвідношень у суглобах і стійкий м'язовий дисбаланс. Якщо за наявності деформації зберігається опороспроможність кінцівки, через деякий час у процесі відновлення можливості ходити компенсаторні механізми створюють нову «схему тіла», стереотип стояння та ходьби. Уроджена програма руху змінюється на набуту. За деформації однієї кінцівки порушуються анатомічні співвідношення у всьому скелеті: формується нахил таза і хребта, у кульшових суглобах виникають привідно-відвідні зміни, а з часом контрактури, у колінних — варус/вальгусні деформації, змінюється опороспроможність стоп із формуванням також варус/вальгусних деформацій у над'яtkово-гомількових і піднад'яtkових суглобах. Важкість змін залежить від величини деформації, загального та психологічного стану пацієнта, його настрою. *Висновки.* Створена концепція формування нового постурального патерну внаслідок перенесеної важкої травми нижніх кінцівок із розвитком синдрому діафізарних післятравматичних деформацій довгих кісток нижніх кінцівок дає змогу зрозуміти рухову поведінку пацієнта й враховувати її під час визначення тактики лікування.

**Ключові слова.** Постуральний патерн, післятравматична деформація, нижня кінцівка, вторинні зміни, адаптивні зміни

## Вступ

Питання визначення здоров'я та хвороби вже багато століть розглядають лікарі та фізіологи. Існує безліч визначень цих станів організму людини, причому у визначенні поняття «здоров'я» є семантичні протиріччя: у деяких авторів «здоров'я» — це стан, в інших — властивість, здатність, категорія, за думкою деяких вчених поняття «здоров'я» — це скоріше філософське узагальнення [1]. Означення привело дослідників до висновку, що основна складність доказового формулювання полягає в «...слабкій реалізації системно-кібернетичного підходу в інтегративній медицині...» [2], тобто у мультидисциплінарному напрямку вивчення фізіологічних основ «здоров'я/хвороба».

Існує декілька систем переходу від стану «здоров'я» до «хвороба». Але механізмів повернення системи зі стану «хвороба» в стан відносного «здоров'я» практично не розглядається. Ця проблема пояснюється тим, що повернення організму людини зі стану «хвороба» у стан «здоров'я» відбувається не лише через відновлення його гомеостазу [3], а також через адаптацію, що не завжди є позитивним фактором [4].

Травма (у нашому огляді розглядається перелом кісток нижньої кінцівки) є фізичним стресовим чинником, який одразу переводить організм зі стану «здоров'я» до стану «хвороба». Важка травма, яка пов'язана з тривалим відновлювальним процесом ускладнюється низкою обтяжливих факторів — тривалою іммобілізацією, гіподинамією, послабленням сили м'язів і розвитком контрактур, супутніх порушень функції внутрішніх органів і систем. Тобто, для повноцінного функціонування організму потрібно не лише загоєння самого перелому, а й відновлення порушених функцій. Часто процес відновлення ускладнюється консолидацією відламків із неусуненим зміщенням, або утворенням незрощень і хибних суглобів, у тому числі зі стійкими деформаціями. Це призводить до розвитку комплексу вторинних змін в ушкодженному сегменті [5] та, інколи, в обох нижніх кінцівках і поясі нижніх кінцівок, які доречно поєднати, розглядаючи їх як синдром діафізарних післятравматичних деформацій довгих кісток нижніх кінцівок. Означені патологічні стани вимагають формування нових навичок стояння та пересування а, з часом, нового постурального візерунка тіла.

*Мета роботи* полягає у створенні концепції формування нового постурального патерну внаслідок перенесеної важкої травми нижніх кінцівок із розвитком синдрому діафізарних післятравматичних деформацій довгих кісток нижніх кінцівок.

## Матеріал і методи

Проведений аналіз джерел літератури моделей переходу від «здоров'я» до «хвороба». Для побудови концепції повернення хворого від травми до відносного здоров'я було розглянуто модель класичного розвитку змін від стану «здоров'я» до «хвороба».

У фізіології відомо декілька схем переходу від стану «здоров'я» до «хвороба». Перші теоретичні моделі цього переходу були розроблені в 1960-х роках [6, 7]. Ідея підходу полягала в проведенні аналогій між процесом регулювання під час хвороби й аварійним регулюванням у складних технічних системах автоматичного управління. У результаті моделювання визначено, що однією з основних відмінностей процесу регулювання під час хвороби від фізіологічного регулювання є те саме, що відрізняє аварійне регулювання в технічних системах від нормального — зміна мети. Якщо за фізіологічного регулювання кожна біологічна система має притаманну їй мету, яка виникла в процесі еволюційного розвитку [8], наприклад: переміщення в напрямку оптимальних умов або виконання будь-якої специфічної функції, то в разі регулювання виникає нова — самозбереження системи впродовж найближчого часу.

Графічно ситуацію можна уявити як N-мірний простір (для спрощення подано як двомірний). На осях ординат виділено умовно межі норми (*a*), межі сумісності з життям — *b*. У межах *a* укладаються величини всіх параметрів, оптимальні для виконання основної задачі системи (у нашому випадку підтримка постурального балансу) — це зона фізіологічного керування — «здоров'я». Зона *B* — аварійне регулювання (рис. 1).

Якщо внаслідок патогенних впливів будь-який параметр виходить за межу *a*, то з'являється небезпека його виходу за межу *b*. Попередження цієї ситуації досягається шляхом активного виходу низки параметрів за межу *a*, бо без цього самозбереження системи вже упродовж найближчого часу стає неможливим. У результаті більшість

регульованих параметрів попадають у зону *Б* (аварійного регулювання), тобто в зону «хвороба». Межа *б* — це лінія, у разі досягнення якої відбувається руйнування системи.

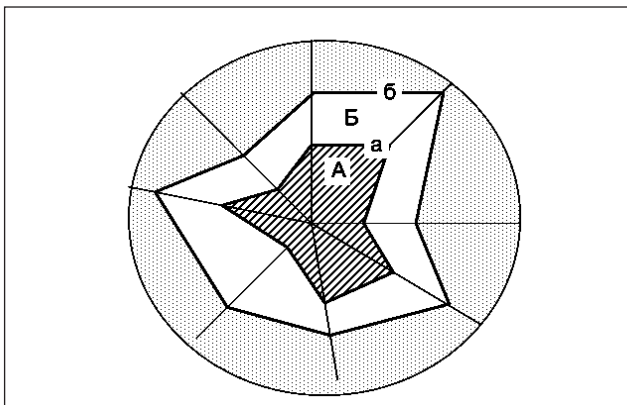
На початку хвороби завдання повернення фізіологічних параметрів у зону *А* за рахунок функціонування регуляторних механізмів одужання може перебувати на другому плані, але з часом задача нормалізації відіграє все більшу роль. За умов сприятливого перебігу процесу переходу настає одужання чи компенсація частково втрачених можливостей.

Пізніше запропоновано детальнішу схему переходу від «здоров'я» до «хвороба» і далі до руйнування системи [10] (рис. 2). Ця модель докладніше розглядає межу *а* (рис. 1).

За Гленом та Авіценою, перехідні періоди — це не «здоров'я» і не «хвороба», а функціональний стан організму між нормою і патологією. Перехід від «здоров'я» до «хвороба» пов'язаний зі зменшенням адаптаційних можливостей організму, спроможності адекватно реагувати на навантаження та збудливі механізми. Ми не будемо детально розглядати, що виникає в кожен період переходу від «здоров'я» до «хвороба» через те, що нас цікавить зворотний шлях — від «хвороба» (у нашій моделі — важка травма) до «здоров'я» (стабілізація постуральної функції).

У нашій концептуальній моделі розглянемо розвиток хвороби лише з огляду на ортопедичні порушення, без урахування супутньої патології, яку можемо спостерігати за важких травм чи за її наявності в анамнезі.

Концепція формування нової постуральної дійсності в пацієнтів із синдромом діафізарних післятравматичних деформацій довгих кісток нижніх кінцівок буде не повною без розкриття



**Рис. 1.** Межі норми (*а*) і границі сумісності з життям (*б*) у *N*-мірному просторі ознак: *А* — зона фізіологічного регулювання («здоров'я»); *Б* — зона аварійного регулювання («хвороба») [9]

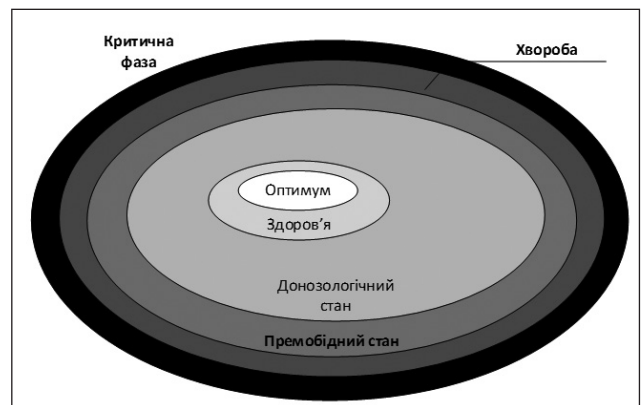
поняття формування «схема тіла» та нормальної постуральної функції.

Контроль вертикальної пози, який здійснюється людиною впродовж усього життя, є важливою фізіологічною функцією організму. Відомі два типи рухових функцій: підтримка вертикального положення (поза) і власно руху, відокремити їх один від одного неможливо. Центральне місце в регуляції пози займає «схема тіла» — узагальнена чутливість власного тіла в спокої та під час руху, розташування та зміна просторових координат і взаємовідношень частин тіла. Фізіологія організації рухової системи людини [12] та формування власної «схеми тіла» [13] досконало розкриті в підручниках і довідниках із фізіології людини. Дослідниками лабораторії біомеханіки ДУ «ІПХС ім. проф. М. І. Ситенка НАМН України» створено та випробувано концептуальну модель зміни вродженого постурального патерну («схема тіла») під впливом тривалого дегенеративного процесу [14].

### Результати та їх обговорення

Розглянемо основні положення фізіології формування «схеми тіла». Інтегративні процеси її формування завершуються в дорослому організмі, у ній закріплені схеми взаємного розташування частин тіла під час виконання автоматизованих стереотипних рухів (стояння, ходьба, виконання дій на рівні підсвідомості). Особистий візерунок руху (у тому числі стояння як одного з типів руху) створюється під впливом власних рецепторів (зору, слуху, тактильних, вестибулярних тощо) (рис. 3).

Оптимальне положення тіла в просторі є замкненою системою керування, яка складається з центральної нервової системи, що містить елементи, відповідальні за збереження генетичних і набутих програм руху, способів корекції цих програм залежно від зовнішнього впливу та стану організму.



**Рис. 2.** Перехідні періоди від оптимуму «здоров'я» до «хвороба» [10]

Система постуральної регуляції є сукупністю рефлекторних обернених зв'язків від сигналів вестибулярного апарата, зорової та слухової систем, суглобово-м'язових рецепторів. Узасмозв'язок систем організму здійснюється відповідно до умов, в яких вирішується завдання підтримки пози чи руху, завдяки чому в ситуації, коли одне з джерел інформації не дає коректного сигналу, його функцію компенсують інші. Це обумовлює пристосувальні реакції організму. На основі концептуальної моделі зміни вродженого постурального патерну («схеми тіла») [14] нами розроблено систему постуральної регуляції руху (у нормі) для вивчення зміни вроджених рухових патернів після травм (рис. 4).

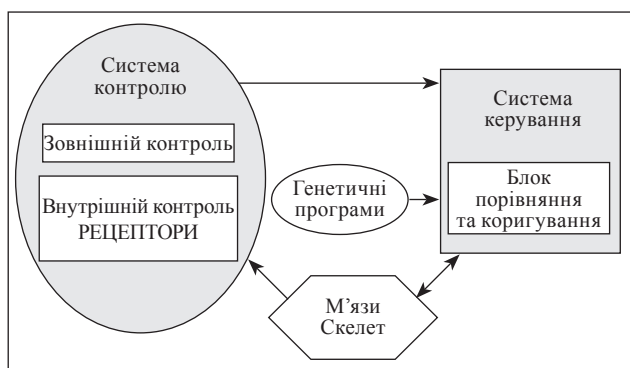


Рис. 3. Механізм організації руху [12]

Повернемося до розгляду механізму переходу «здоров'я – хвороба». За дегенеративних захворювань, чи хвороб, які розвиваються тривалий час, у людини формується нова «схема тіла» через залучення в процес пристосувальних механізмів із наступною зміною генетичних постуральних програм. Перебіг дегенеративних захворювань супроводжується періодами ремісії через терапевтичне лікування, або загострення. Після радикального лікування, наприклад артропластики, стан хворого покращується, поступово повертаючись у межі адаптації (відносного здоров'я). Після травми нова «схема тіла» формується в період одужання.

Отже, за умов травми пацієнт одразу потрапляє в зону «хвороба» минаючи періоди адаптації та компенсації, тобто у нього формується нова «схема тіла», але нова «стратегія руху» та програма її регуляції відсутні. Вони формуватимуться у хворого в процесі одужання.

У разі легких і середніх травм, які загоюються відносно швидко, за умов адекватного лікування та коректної реабілітації людина здатна повернутися в зону «здоров'я», тобто повністю відновити функціональність (рис. 5). Цьому сприяє адекватна фіксація відламків кістки після перелому, яка дає можливість максимально раннього функціонального навантаження ушкодженого сегмента.

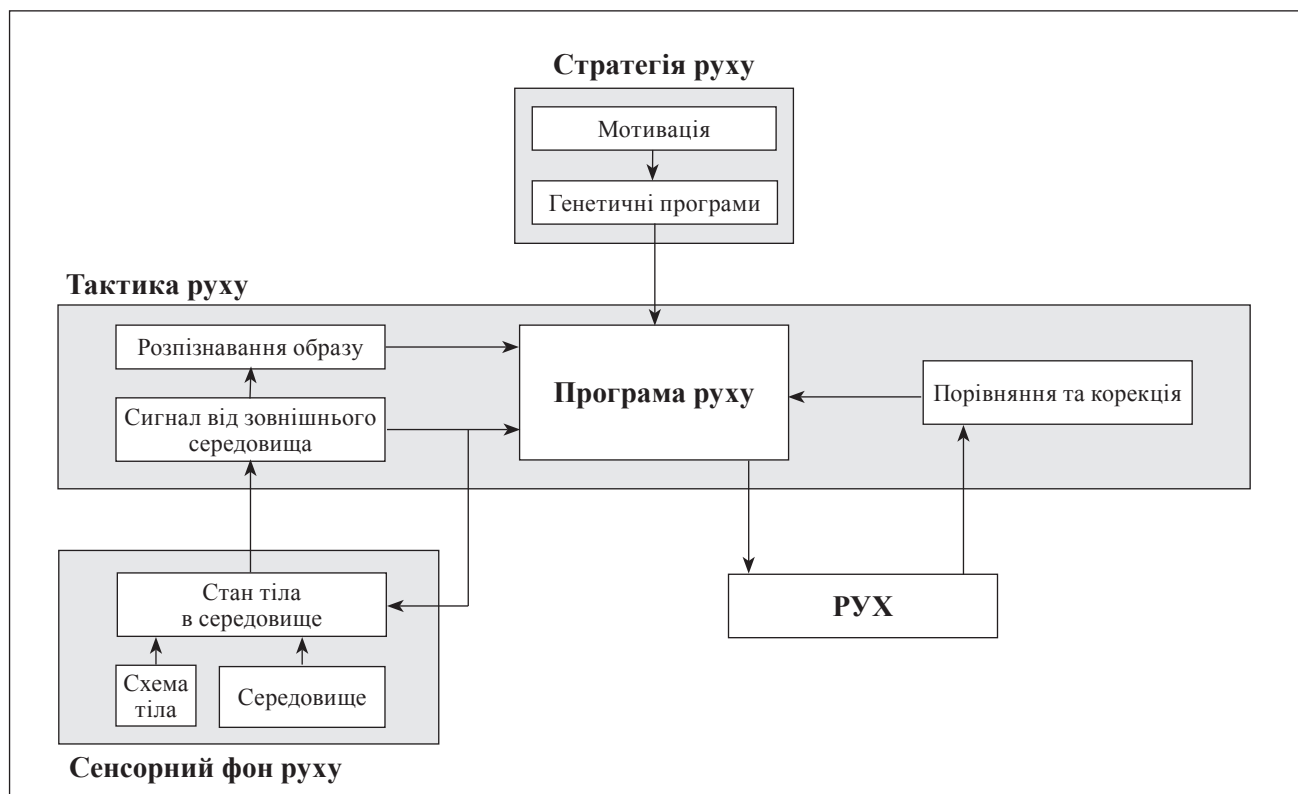


Рис. 4. Система постуральної регуляції руху (норма)

За протилежних умов (неадекватна фіксація відламків і відсутність відповідної реабілітації та раннього функціонального навантаження), у процесі розвитку синдрому діафізарних післятравматичних деформацій довгих кісток нижніх кінцівок, пацієнти впродовж тривалого часу вимушені формувати нову «схему тіла» і, відповідно, виробляти нову систему керування.

Лікування діафізарних переломів довгих кісток супроводжується певним періодом іммобілізації та обмеження рухомості й опорності ушкодженої кінцівки. Це призводить до зменшення сили м'язів від 10 до 20 % на тиждень для різних їх груп і видів обмеження рухомості [15]. Через обмеження рухів у суглобах формуються іммобілізаційні контрактури.

У разі нормального перебігу загоєння переломів та адекватної реабілітації через певний час функція кінцівки та сила м'язів відновлюються до фізіологічної норми.

У випадку формування синдрому діафізарних післятравматичних деформацій довгих кісток нижніх кінцівок, крім зменшення сили м'язів, розвитку контрактур і вкорочення кінцівки, формується низка ускладнень: одночасно з деформацією кістки виникає порушення анатомічних співвідношень у суглобах і створюється стійкий м'язовий дисбаланс. Якщо за наявності деформації зберігається опороспроможність кінцівки, через деякий час у процесі відновлення можливості ходити в пацієнта компенсаторні механізми створюють нову «схему тіла», формується новий

стереотип стояння та ходьби, програма руху змінюється з вродженої на набуту. За умов травми однієї кінцівки, ускладненої деформацією зі всіма тяжкими наслідками, анатомічні співвідношення змінюються в суглобах усього скелета: формується нахил таза і, відповідно, хребта; у кульшових суглобах виникають привідно-відвідні порушення, а з часом — контрактури; у колінних суглобах через різну висоту їхнього згинання та порушення просторової орієнтації виникають варус/вальгусні деформації; змінюється опороспроможність стоп із формуванням також варус/вальгусних деформацій у надп'яtkово-гомількових і піднадп'яtkових суглобах. Звісно, що характер змін залежить від величини деформації та її напрямку, загального здоров'я пацієнта. Значну роль відіграє й сприйняття ним нового стану свого тіла, тобто від його психологічного стану та настрою.

В основу концептуальної моделі покладені показники інструментальних обстежень хворих (рентгенологічні, стагграфічні [16]), а також результати моделювання (методом скінченних елементів напружено-деформованого стану [17] в суглобах і динамічного моделювання ходьби з визначенням змін роботи м'язів [18] за умов деформацій довгих кісток нижніх кінцівок).

Розглянемо схему розвитку пристосувально-адаптаційних змін в опорно-руховій системі пацієнта в разі післятравматичних деформацій довгих кісток нижніх кінцівок.

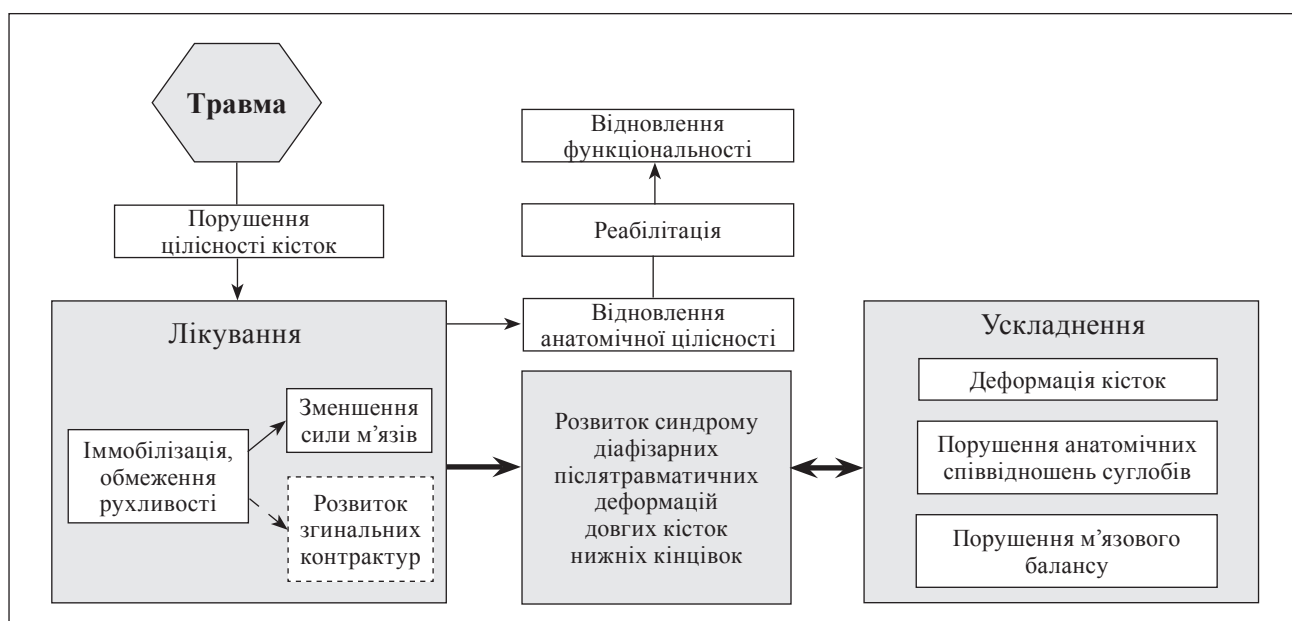


Рис. 5. Можливі механізми наслідків лікування травм

Будь-яка важка травма, особливо за умов відсутності її адекватного лікування (належна стабілізація відламків та реабілітація), супроводжується відносно тривалим періодом іммобілізації чи значного обмеження рухомості кінцівки. Це обумовлює втрату сили м'язів і появу іммобілізаційних контрактур. Під час формування післятравматичної деформації довгих кісток здебільшого виникає вкорочення (різні види) кінцівки, яке збільшується зі зростанням кута деформації.

Зміна анатомічного положення кісток кінцівки призводить до зсуву анатомічної орієнтації суглобових поверхонь, і, відповідно, модифікації навантаження в суглобах. Це є ризиком розвитку дистрофічних порушень.

Зазначимо, що варусна деформація середньої частини стегнової кістки або кісток гомілки спричинює вальгусну установку колінного та над'яtkово-гомілкового суглобів, при цьому виникає переважання медіальних частин суглобів. У кульшовому суглобі стегнова кістка переходить у положення відведення, величина якого також залежить від значення кута деформації. За умов значних варусних деформацій контралатеральна кінцівка орієнтується на приведення.

Вальгусна деформація довгих кісток призводить до компенсаторного відведення стегнової кістки для збереження освової рівноваги кінцівки, колінний і над'яtkово-гомілковий суглоби переходять у варусне положення з переважнен-

ням латеральних структур. Зачіпають відповідні зміни й піднад'яtkовий суглоб [17].

Відповідно, зі зміною орієнтації кісток змінюється напрямок дії сил м'язів, причому на випуклому боці деформації м'язи постійно розтягнені, а на увігнутому, навпаки, перебувають у контрактильному стані, що в обох випадках заважає повноцінному функціонуванню м'язів.

Слід відмітити, що за значних кутів деформації (за результатами моделювання понад 30°) колінний і над'яtkово-гомілковий суглоби не здатні повною мірою відновити осьову стабільність кінцівки, тому спостерігаємо порушення роботи м'язів гомілки та стопи, відповідальних за забезпечення стійкості. Це пояснюється тим, що в компенсації осі кінцівки значна роль належить саме над'яtkово-гомілковому суглобу, який має більше ступенів вільності, колінний суглоб у цьому процесі задіяний значно менше через наявність лише двох ступенів вільності, а варус/вальгусні зміни відбуваються повільно в разі тривалого перебігу хвороби.

За умов укорочення деформованої кінцівки понад 2 см (анатомічна норма різниці довжини кінцівок) на контралатеральній формуються компенсаторні згинання в кульшовому та колінному суглобах. Вони згинаються на різних рівнях і в різних напрямках. Укорочення кінцівки спричинює нахил таза з усіма пов'язаними з цим проблемами [18].

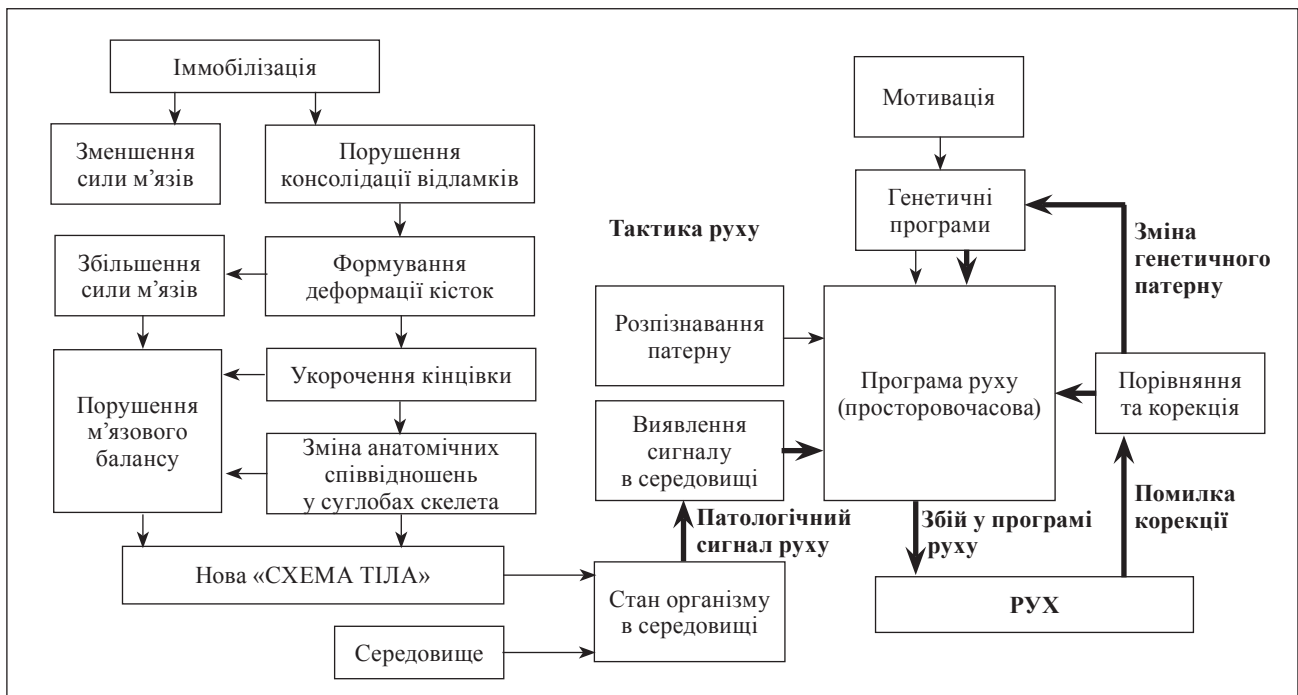


Рис. 6. Модель формування нової «схеми тіла» та програми руху

Змінена орієнтація кісткових і суглобових структур, порушений м'язовий баланс і вкорочення кінцівки призводять до порушення функції стояння та ходьби, кульгавості. Тривала неадекватність зон навантаження обумовлює розвиток дистрофічних змін. У пацієнтів із тривало зміненою «схемою тіла» формується відповідна компенсаторна програма руху (рис. 6).

Постійна корекція рухової поведінки модифікує генетичну рухову програму на набуту патологічну. Як відомо, компенсаторні механізми організму доволі розвинені. Людина здатна відновити рухову активність, використовуючи додаткові резервні джерела. Наприклад, укорочення кінцівки пропорційно компенсується зміною кутів нахилу таза, згинання/розгинання/приведення/відведення суглобів. Зменшення сили однієї групи м'язів компенсується посиленням іншої. Але найбільші зміни відбуваються в руховій програмі. Під час стояння зменшується навантаження на травмовану кінцівку, у бік якої, через необхідність збереження осі рівноваги, нахилється тулуб. При цьому вага тіла зміщується в бік контралатеральної кінцівки. Під час ходьби повністю змінюється її візерунок — зменшується довжина кроку ушкодженої кінцівки, через зміну її відведення, виникає асиметрія бази кроків і кута становлення стоп. Унаслідок порушення функціонування суглобів спостерігаємо асиметричність гоніометричних показників.

Отже, після формування адаптаційного рухового патерну деякі пацієнти можуть жити повноцінним життям, хоча і з обмеженням рухової функції. Тобто, якщо повернутися до поняття «здоров'я», то через деякий час хворий потрапляє в зону адаптації.

Чи вважати цих пацієнтів «здоровими» — це питання скоріше знаходиться в розрізі індивідуального підходу з урахуванням вимог пацієнта. Лікарі, зазвичай, розглядають здоров'я людини з обмеженими можливостями як погане, але сам пацієнт вважає себе здоровим. Останніми роками формується нова парадигма в оцінюванні здоров'я інвалідів: людей із непрогресованими обмеженнями, які адаптувалися до свого стану, вважають здоровими, але за умов регулярної профілактики та раннього розпізнавання «вторинних станів», до яких належать травми й ушкодження (біль, контрактури, остеопороз тощо), прогресування патології, вікові погіршення функцій [19].

## Висновки

Створена концепція формування нового пострурального патерну внаслідок перенесеної важкої травми нижніх кінцівок із розвитком синдрому діафізарних післятравматичних деформацій довгих кісток нижніх кінцівок дає змогу проаналізувати і зрозуміти рухову поведінку пацієнта та враховувати її під час визначення тактики лікування.

**Конфлікт інтересів.** Автори декларують відсутність конфлікту інтересів.

## Список літератури

1. Медико-биологическая сущность здоровья / Ю. Е. Маляренко, Т. Н. Маляренко, А. Т. Быков, Н. Ф. Софиадис // Военная медицина. — 2010. — № 4. — С. 123–131.
2. Феоров В. И. Физиология и кибернетика: история взаимопроникновения идей, современное состояние и перспективы // Успехи физиологических наук. — 2007. — Т. 38, № 3. — С. 72–86.
3. Ступаков Г. П. Концепция здорового человека / Г. П. Ступаков. — М., 1999. — 48 с.
4. Маляренко Ю. Е. От методологии системного подхода к технологии комплексной коррекции функционального состояния / Ю. Е. Маляренко, А. Т. Быков, Т. Н. Маляренко // Валеология. — 2005. — № 3. — С. 9–16.
5. Распространенность переломов костей и результаты их лечения в Украине (клинико-эпидемиологическое исследование) / Н. А. Корж, С. И. Герасименко, В. Г. Климовицкий [и др.] // Ортопедия, травматология и протезирование. — 2010. — № 3. — С. 5–14. — DOI: 10.15674/0030-5987201035-14.
6. Гублер Е. В. Болезнь как процесс аварийного регулирования в живом организме / Е. В. Гублер // Бионика. — М., 1965. — С. 460–463.
7. Гублер Е. В. Процессы аварийного регулирования в живом организме как фактор его надежности при разрушительных воздействиях / Е. В. Гублер, А. А. Первозванский, И. Б. Челпанов // Вопросы бионики. — 1967. — С. 20–24.
8. Биологическая и медицинская кибернетика: Справочник. — Киев : Наукова думка, 1986. — 376 с.
9. Гублер Е. В. Информатика в патологии, клинической медицине и педиатрии / Е. В. Гублер. — Л. : Медицина, 1990. — 36 с.
10. Федоров В. И. Принципы организации и функционирования живых систем / В. И. Федоров. — Новосибирск, 2000.
11. Григорьев А. И. Концепция здоровья и проблема нормы в космической медицине / А. И. Григорьев, Р. М. Баевский. — М., 2001. — 96 с.
12. Физиология человека. Т. 1 / Дж. Дудел, И. Рюэрг, Р. Шмидт, В. Яниг; под ред. Р. Шмидта и Г. Тевса. — М. : Мир, 1985. — 96 с.
13. Roland P. E. Organization of motor control by the normal human brain / P. E. Roland // Human neurobiology. — 1984. — Vol. 2 (4). — P. 205–216.
14. Патологічні поструральні патерни за умов тривалого перебування остеоартрозу суглобів нижніх кінцівок / О. А. Тяжелов, М. Ю. Карпінський, О. Д. Карпінська [та ін.] // Ортопедия, травматология и протезирование. — 2020. — № 1. — С. 26–32. — DOI: 10.15674/0030-59872020126-32.
15. Changes in muscle strength, muscle fibre size and myofibrillar gene expression after immobilization and retraining in humans / T. Hortobagyi, L. Dempsey, D. Fraser [et al.] // The Journal of Physiology. — 2000. — Vol. 524 (Pt 1). — P. 293–304. — DOI: 10.1111/j.1469-7793.2000.00293.x.

16. Особливості структурно-функціональних порушень м'язів нижніх кінцівок хворих з післятравматичними позасуглобовими деформаціями стегнової кістки та кісток гомілки (ультрасонографічні дослідження) / К. К. Романенко, Я. А. Долуда, Р. В. Златнік [та ін.] // Ортопедія, травматологія і протезування. — 2018. — № 2. — С. 68–77. — DOI: 10.15674/0030-59872018268-77.
17. Математичне моделювання впливу деформації кісток гомілки на навантаження суглобів нижньої кінцівки / М. О. Корж, К. К. Романенко, М. Ю. Карпінський [та ін.] // Травма. — 2016. — № 3. — С. 23–24.
18. Особливості опороспроможності хворих із післятравматичними позасуглобовими деформаціями стегнової кістки та кісток гомілки (статистичні дослідження) / К. К. Романенко, Я. А. Долуда, М. Ю. Карпінський, Д. В. Прозоровський // Ортопедія, травматологія і протезування. — 2017. — № 2. — С. 35–44. — DOI: 10.15674/0030-59872017235-44.
19. Turk M. A. Congenital and childhood-onset disabilities: age-related changes and secondary conditions in mobility impairments / M. A. Turk, R. J. Weber // Physical medicine and rehabilitation. Principles and practice. // J. A. DeLisa (ed-in-chief). — 4<sup>th</sup> ed. — 2005. — Vol. 2, Ch. 71. — P. 1519–1529.

Стаття надійшла до редакції 03.08.2021

---

## THE CONCEPT OF POSTURAL PATTERN FORMATION IN PATIENTS WITH POSTTRAUMATIC DIAPHYSEAL DEFORMITIES OF THE LONG BONES OF LOWER EXTREMITIES

K. K. Romanenko <sup>1,2</sup>, O. D. Karpinska <sup>1</sup>, D. V. Prozorovskiy <sup>1</sup>, Ya. A. Doluda <sup>1</sup>

<sup>1</sup> Sytenko Institute of Spine and Joint Pathology National Academy of Medical Sciences of Ukraine, Kharkiv

<sup>2</sup> Kharkiv Medical Academy of Postgraduate Education of the Ministry of Health of Ukraine

✉ Kostiantyn Romanenko, MD, PhD in Traumatology and Orthopaedics: romanen\_kost@yahoo.com,

✉ Olena Karpinska: helen.karpinska@gmail.com

✉ Dmytro Prozorovskiy, MD, PhD in Traumatology and Orthopaedics: prozorovskiy1973@gmail.com

✉ Yaroslav Doluda, MD, PhD in Traumatology and Orthopaedics: dol-yaroslav@yandex.ua