

Національна академія медичних наук України
Державна установа «Інститут патології хребта та суглобів імені професора
М.І. Ситенка Національної академії медичних наук України»

СТАУДЕ ВОЛОДИМИР АНАТОЛІЙОВИЧ

УДК 616.728.16-007.17-092-07-037-085

**АРТРОЗ КРИЖОВО-КЛУБОВИХ СУГЛОБІВ: ПАТОГЕНЕЗ,
ДІАГНОСТИКА, ПРОГНОЗУВАННЯ ТА ЛІКУВАННЯ**

14.01.21 – травматологія та ортопедія

Автореферат

дисертації на здобуття наукового ступеня
доктора медичних наук



Харків – 2020

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана в Державній установі «Інститут патології хребта та суглобів імені професора М.І.Ситенка Національної академії медичних наук України».

Науковий консультант: доктор медичних наук, професор
заслужений діяч науки і техніки України
КОРЖ Микола Олексійович
Державна установа «Інститут патології хребта
та суглобів імені професора М.І.Ситенка
Національної академії медичних наук України»,
директор

Офіційні опоненти: доктор медичних наук, професор
ХВИСЮК Олександр Миколайович
Харківська медичка академія післядипломної
освіти МОЗ України, професор кафедри
травматології, анестезіології та військової
хірургії

доктор медичних наук, професор
РОЙ Ірина Володимирівна,
Державна установа «Інститут травматології
та ортопедії Національної академії медичних
наук України», завідувач відділу реабілітації

доктор медичних наук, професор
ФІЩЕНКО Володимир Олександрович
Вінницький національний медичний
університет ім. М.І.Пирогова МОЗ України,
завідувач кафедри травматології та ортопедії

Захист відбудеться « 28 » серпня 2020 р. об 11.30 на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 64.607.01 Державної установи «Інститут патології хребта та суглобів імені професора М.І. Ситенка Національної академії медичних наук України» (61024, м. Харків, вул. Пушкінська, 80).

З дисертацією можна ознайомитися в бібліотеці Державної установи «Інститут патології хребта та суглобів імені професора М.І. Ситенка Національної академії медичних наук України» (61024, м. Харків, вул. Пушкінська, 80).

Автореферат розісланий « 28 » липня 2020 р.

Вчений секретар
спеціалізованої вченої ради
доктор медичних наук



С.Є.Бондаренко

Актуальність теми. Артроз крижово-клубових суглобів (ККС) проявляється поперековим або тазовим болем, диференціація якого з клінічними проявами поперекового остеохондрозу викликає певні труднощі (Painter E.E. et al., 2007; Weksler N. et al., 2007; Endo K. et al., 2010; Depalma M.J. et al., 2011). Визнається, що саме ККС є джерелом поперекового болю у 53 % хворих (Painter E.E. et al., 2007; Weksler N. et al., 2007), а попереково-крижового — у 10-27 % (Ayanniyi O. et al., 2008). Невизначеність діагностичних критеріїв артрозу ККС призводить до низької ефективності його лікування зі збереженням стійкого больового синдрому, обмеженням рухової активності з розвитком анталгічних установок тулуба та нижніх кінцівок і порушеннями ортопедичного статусу як в статиці, так і під час ходьби (Endo K. et al., 2010), що супроводжується тривалою непрацездатністю (Ayanniyi O. et al., 2008), зниженням якості життя та соціальною дезадаптацією хворих.

Така клінічна картина за умов артрозу ККС пов'язана з порушенням їхньої опороспроможності (Vleeming A. et al. 2008) — здатності ефективно пристосовуватися до будь-якого специфічного навантаження, яка забезпечується адекватною, точною компресією суглоба за рахунок сили тяжіння, координованого м'язового скорочення і натягу зв'язок. Усе це забезпечує точну реакцію ККС на мінливі навантаження та їхні умови. Основними чинниками, які впливають на опороспроможність ККС, є асиметрія ширини суглобових щілин ККС, нахил крижі, таза у фронтальній площині, ротація крижі, поперековий нижньосегментарний гіперлордоз, наявність в анамнезі операції спондилодезу на рівні L_v–S_I, порушення координованого м'язового скорочення та виникнення ентезопатій зв'язок стабілізаторів ККС (Panjabi M.M. 2006; Irwin R.E. 2007; Vleeming A. et al., 2008).

Клініко-рентгенологічної класифікації артрозу ККС не існує. Найбільш вдалою, яку можна застосовувати для артрозу ККС є класифікація Kirkadly–Willis. Вона описує «дегенеративний каскад» у хребтовому руховому сегменті (ХРС) та визначає наступні стадії дегенеративних змін: дисфункція, нестабільність і рестабілізація ХРС.

Єдина концепція діагностики та лікування хворих з ураженнями ККС також відсутня (Hodges J.J. et al., 2002; Zelle A. et al., 2005). Діагностична специфічність клінічних симптомів визнається недостатньою (Cibulka M.T., 2001; Kokmeyer D.J. et al., 2002,). Найбільш вірогідною діагностичною ознакою вважають внутрішньосуглобові блокади ККС (Liliang P.C. et al., 2009), несправжньо-позитивні результати яких сягають 54 % (Irwin R.E. et al., 2007).

Невисока надійність діагностичних критеріїв і, як наслідок, низька ефективність стандартних методів лікування артрозу ККС пов'язані з їхніми анатоμο-біомеханічними особливостями, коли поперекові та тазові больові синдроми можуть формуватись як первинно, у разі ураження власне ККС, так і вторинно, унаслідок змін розташування ланок в кінематичному ланцюзі «поперековий відділ хребта – таз» зі зміною величин поперекового лордозу (і загального, і сегментарного), інклинації крижів, натягу суглобових капсул і зв'язок.

Проте стосовно того, якою частиною суглобів сприймаються основні

навантаження і, відповідно, які структурні елементи суглоба мають найбільшу механічну жорсткість, дані суперечливі. Найбільш опороспроможною розглядається екстраартикулярна частина крижів, а саме крижово-горбова зв'язка (Snijders C.J. et al., 1998), та інтраартикулярна частина, причому в останній основними пасивними стабілізаторами виступають вентральні та дорсальні крижово-клубові та міжкісткові зв'язки, або ж клубово-поперекова (своєю клубово-крижовою частиною) зв'язка (Pool-Goudzwaard A.L. et al., 2001).

У дослідженнях *in vivo* та *in vitro* доведено, що у фіксації суглобів беруть участь м'язи тулуба та нижніх кінцівок. Проте єдиного погляду на характер активної стабілізації ККС також немає. Зокрема, одні автори в якості блокуючих розглядають поперечно орієнтовні м'язи (поперечний, зовнішній косий і внутрішній косий м'язи живота, грушоподібний та великий сідничний м'язи), об'єднуючи їх у власний м'язовий корсет ККС (Snijders C.J. et al., 1993, 1998). Але 3D-комп'ютерне моделювання вертикальних навантажень на ККС показало, що хоча поперечно орієнтовні м'язи (особливо середній і малий сідничний, а також грушоподібний) активуються, що збільшує сили компресії між кістками таза й крижів, проте не сприяють достатній стабілізації, оскільки їхня сумарна сила через суглоби діє головним чином у вертикальному напрямку. Як активні стабілізатори виступають насамперед поперечний м'яз живота і м'язи тазового дна (Richardson C.A. et al., 2002; Pool-Goudzwaard A.L. et al., 2004). Існує думка, згідно з якою жорсткість ККС зростає в разі активації великого сідничного м'яза, двоголового м'яза стегна та м'яза – випрямляча хребта, причому скорочення великого сідничного м'яза супроводжується вірогідною коактивацією інших двох (van Wingerden J.P. et al., 2004). Коактивація відбувається і між глибоко розташованими поперечним м'язом живота і багатороздільним м'язом, що може підвищувати попереково-тазову стабільність (Hides C. et al., 2001). Усі ці фактори впливають на опороспроможність ККС.

Функціональні рентгенанатомічні зміни в ККС за умов артрозу не досліджені. Найбільш інформативним об'єктивним методом візуалізації компонентів ККС визнається магнітно-резонансна томографія (МРТ) та сонографія (Vleeming A., et al., 2008), проте відомості про характер таких змін поодинокі і недостатні, а дані про кореляцію з функціональними наслідками відсутні. Необхідне вивчення структурних змін уражень ККС із використанням методів променевої діагностики та їх взаємозв'язку з опороспроможністю суглобів та клінічною симптоматикою.

Сучасна концепція лікування гострої та хронічної дисфункції ККС спрямована на усунення больових синдромів, переважно шляхом внутрішньосуглобових блокад і радіочастотної денервації суглобів, ефективність яких у більшості спостережень розцінюється як недостатня. Для усунення болю в разі ураження ККС все ширше використовують кінезотерапію, проте її результати суперечливі (Vleeming A. et al., 2008). Потрібне розроблення нових способів діагностики та лікування больових синдромів і супутніх міотонічних реакцій із використанням лікувальної гімнастики, масажу, мануальної терапії.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.

Дисертаційна робота виконана згідно з планом науково-дослідних робіт Державної установи «Інститут патології хребта та суглобів імені професора М. І. Ситенка Національної академії медичних наук України» («Дослідити особливості патогенезу і обґрунтувати алгоритм діагностики та консервативного лікування дорсалгій різного походження», шифр теми ЦФ.2014.2.НАМНУ, держреєстрація № 0114U003016. Автором запропоновано та впроваджено методики діагностики та лікування пацієнтів з артрозом ККС).

Мета роботи: удосконалити діагностику, встановити критерії прогнозування перебігу та розробити систему відновного лікування артрозу крижово-клубових суглобів на підставі розробленої концепції сано- та патогенезу захворювання.

Завдання дослідження:

1. Провести аналіз науково-медичної літератури та визначити сучасні тенденції в діагностиці, прогнозуванні та лікуванні артрозу крижово-клубового суглоба.

2. Провести ретроспективний аналіз структурних змін у крижово-клубовому суглобі пацієнтів, яким через поперековий остеохондроз виконано операції спондилодезу на рівні LV–SI.

3. Дослідити взаємозв'язок параметрів напружено-деформованого стану елементів крижово-клубових суглобів з факторами, які впливають на їхню функцію (нахил таза, крижі, асиметрія ширини суглобових щілин у фронтальній площині та поперековий лордоз у сагітальній) з використанням методу математичного моделювання.

4. Провести проспективний аналіз рентгенометричних параметрів крижі і таза у фронтальній площині та нижньопоперекового лордозу у хворих на артроз крижово-клубового суглоба.

5. У хворих на артроз крижово-клубового суглоба провести проспективний аналіз структурних змін у ньому.

6. Вивчити взаємозв'язок параметрів функціонального стану м'язів – стабілізаторів крижово-клубового суглоба та вертикального положення тулуба з рентгенометричними параметрами крижі і таза у хворих на артроз крижово-клубового суглоба.

7. Розробити концептуальну модель сано- та патогенезу артрозу крижово-клубового суглоба.

8. Розробити патогенетичну структурно-функціональну класифікацію артрозу крижово-клубового суглоба.

9. Розробити алгоритм неінвазивної діагностики артрозу крижово-клубового суглоба та встановити критерії прогнозування його перебігу.

10. Розробити систему відновного лікування хворих на артроз крижово-клубового суглоба на основі концептуальної моделі генезису, розробленої класифікації, удосконаленої діагностики, встановлення критеріїв перебігу та аналізу результатів лікування, провести клінічну апробацію та дослідити її ефективність.

Об'єкт дослідження – артроз крижово-клубових суглобів.

Предмет дослідження – математична модель артрозу крижово-клубових суглобів, рентгенометричні параметри крижі, таза, поперекового та нижньопоперекового лордозу, дегенеративні зміни елементів ККС, біоелектрична активність м'язів стабілізаторів ККС та вертикального положення тулуба, діагностика, класифікація, прогнозування перебігу та лікування артрозу ККС.

Методи дослідження: клінічний; рентгенометричний; концептуальне та математичне моделювання з використанням методу кінцевих елементів; електрофізіологічні методи обстеження хворих (поверхнева електроміографія м'язів), статографічний; статистичний – описової статистики, множинного кореляційного аналізу, послідовна прогностична процедура.

Наукова новизна отриманих результатів. Уперше розроблена концепція генезису артрозу крижово-клубового суглоба. Уперше досліджені особливості навантаження елементів кінематичного ланцюга «поперековий відділ хребта – крижово-клубовий суглоб – таз», а також особливості пасивної стабілізації крижово-клубового суглоба за умов нахилу таза, крижі, асиметрії ширини суглобових щілин у фронтальній площині та різних варіантів поперекового лордозу в сагітальній площині за допомогою математичного моделювання. Використання розробленої концепції сано- та патогенезу артрозу крижово-клубового суглоба дозволить побудувати нове коректне уявлення про механізми його розвитку та перебігу. Використання розробленої класифікації артрозу крижово-клубового суглоба та встановлення нових критеріїв його діагностики та диференціації дозволять суттєво поліпшити якість діагностики.

Уперше математично обґрунтовано виникнення таких функціональних деформацій таза, як «скручений» і «нахилений» таз

Практичне значення отриманих результатів. Використання в клінічній практиці розроблених прогностичних критеріїв забезпечить лікарів вірогідним прогнозуванням перебігу захворювання з оптимізацією лікувальної тактики. Створення патогенетично обґрунтованої системи відновного лікування дасть змогу покращити результати лікування цієї чисельної категорії хворих. Уперше досліджені рентгенометричні параметри крижі, таза та поперекового лордозу у хворих на артроз крижово-клубового суглоба за допомогою функціональної рентгенометрії.

Уперше розроблена патогенетична та клініко-рентгенологічна класифікація артрозу крижово-клубового суглоба. Уперше визначені критерії прогнозування перебігу артрозу крижово-клубового суглоба.

Результати дослідження впроваджено в науковий процес кафедри травматології та ортопедії Харківської медичної академії післядипломної освіти Міністерства охорони здоров'я України та клінічну практику Державної установи «Інститут патології хребта та суглобів імені професора М.І.Ситенка Національної академії медичних наук України», Комунального некомерційного підприємства «Міська клінічна лікарня швидкої та невідкладної медичної допомоги ім. проф. О.І. Мещанінова» Харківської міської ради, Комунального некомерційного підприємства «Міська поліклініка № 17» Харківської міської

ради, Комунального некомерційного підприємства Харківської обласної ради «Обласна клінічна лікарня».

Особистий внесок здобувача. Дисертаційна робота є самостійною завершеною науковою працею. Автором обрано напрямок роботи, визначені мета і завдання дослідження, проаналізовано стан проблеми. Автором особисто проведено ретроспективний аналіз 274 історій хвороби пацієнтів, яким виконано спондилодез хребтового рухового сегмента L_5-S_1 з приводу поперекового остеохондрозу. Особисто обстежено та проліковано 101 пацієнт з артрозом ККС. Автор розробив дизайн клінічного та функціонального рентгенологічного обстеження таких пацієнтів, особисто провів рентгенометрію. Автором розроблено дизайн обстеження біоелектричної активності м'язів стабілізаторів ККС та вертикальної пози, розроблено рекомендації щодо особливостей діагностики та лікування хворих на артроз ККС. Інтерпретація отриманих результатів клінічних, рентгенометричних досліджень й аналізу біоелектричної активності м'язів належить авторові, ним сформульовано висновки роботи.

Наукові дослідження виконані в Державній установі «Інститут патології хребта та суглобів імені професора М. І. Ситенка НАМН України»: дослідження біоелектричної активності м'язів основних стабілізаторів ККС та вертикальної пози у здорових волонтерів і пацієнтів з артрозом ККС – у відділі патологічної фізіології та функціональної діагностики за консультативної допомоги завідувача к.мед.н. Котульського І.В.; рентгенологічне обстеження – у рентгенодіагностичному відділенні за консультативної допомоги завідуючого Златника Р.В. Математичне моделювання з вивчення еквівалентних напружень в елементах ККС в умовах різної конфігурації поперекового відділу хребта та нахилу таза, крижі у фронтальній площині виконано на базі кафедри проектування ракетно-космічних апаратів Національного аерокосмічного університету імені М. Є. Жуковського «ХАІ» за консультативної допомоги д.т.н., професора Кондратьєва А.В. Статистичну обробку отриманих результатів проводили на базі кафедри медичної та біологічної фізики і медичної інформатики Харківського національного медичного університету за консультативної допомоги к.мед.н., доцента Радзишевської Є.Б. Участь співавторів відображено в спільних наукових публікаціях.

Апробація результатів дослідження. Результати досліджень викладені на засіданнях Асоціації ортопедів-травматологів Харківської області (Харків, 2017); науково-практичній конференції з міжнародною участю «Сучасні дослідження в ортопедії та травматології» (V, VI) наукові читання, присвячені пам'яті академіка О.О. Коржа (Харків, 2017, 2018); XVIII з'їзді ортопедів-травматологів України (Івано-Франківськ, 2019); VII Національному конгресі з міжнародною участю «Радіологія в Україні» (Київ, 2019); 10th Interdisciplinary World Congress on Low Back and Pelvic Girdle Pain (Антверпен, Бельгія, 2019); Міжнародній науково-практичній конференції «Інформаційні системи та технології в медицині» (Харків, 2019).

Публікації. За темою дисертації опубліковано 31 наукова праця, із них 23 статті у наукових фахових виданнях, 5 патентів України, 3 роботи у матеріалах

з'їзду і наукових конференцій.

Обсяг і структура дисертації. Дисертаційне дослідження викладене українською мовою на 438 сторінках. Робота містить вступ, аналітичний огляд наукової літератури, розділ матеріалу та методів дослідження, сім розділів результатів власних досліджень, висновки, список 373 використаних джерел літератури, із яких 44 викладені кирилицею, 329 – латиницею, додатки. Робота проілюстрована 117 рисунками та містить 56 таблиць.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

Матеріал і методи. Проведений ретроспективний аналіз 274 історій хвороби пацієнтів, яким виконано спондилодез хребтового рухового сегмента L_v-S₁ з приводу поперекового остеохондрозу. Критеріями включення історій хвороби в дослідження були: 1) наявність передньо-задніх рентгенограм поперекового відділу зі захопленням ККС до операції і на момент повторного звернення; 2) повторне звернення після операції в клініку ДУ «ІПХС ім. проф. М. І. Ситенка НАМН» з приводу попереково-тазових болів. У результаті в дослідження включено 78 історій хвороби, із них 36 історій хвороби пацієнтів, які повторно звернулися з приводу попереково-тазового болю протягом перших 6 міс. після операції (група 1) і 42 – через рік і більше (група 2).

На стандартних рентгенограмах попереково-крижового відділу в передньо-задній проекції в ділянці суглобових щілин ККС визначали наявність нерівномірності суглобових поверхонь, субхондрального склерозу, остеофітів, осифікацію зв'язок, кісткові містки, звуження ширини суглобових щілин.

Для кодування кожного виду порушень застосовано трибальну шкалу, де 0 – немає проявів, 1 – наявні прояви, 2 – прояви значно виражені. Післяопераційну динаміку в групах розраховували як різницю значень до операції і після неї. Таким чином, була отримана чотиримірна шкала зі значеннями: 0 – без змін, -1 – погіршення стану, -2 – значне погіршення стану. З огляду на специфіку досліджуваного явища (незворотність дегенеративних змін), ситуація, за якої дегенеративні зміни до операції, які не візуалізували на рентгенограмах після операції, ми оцінювали не як їхнє фізичне зникнення, а як обмеження методу візуалізації, четвертим значенням зазначеної шкали динаміки використовували код «1 – не візуалізовано». Наприклад, якщо відповідна характеристика дегенеративних змін до операції мала код «0» (немає проявів), а в наступній точці спостережень – код «1» (є прояви) то значення динаміки (Д) становило: $D = 0 - 1 = -1$

У термін до 6 міс. після операції (група 1) проаналізовано рентгенограми групи з 36 осіб: 20 чоловіків і 16 жінок. Вік пацієнтів коливався від 19 до 69 років з медіаною 47 років.

У термін понад 1 року після операції (група 2) проаналізовано рентгенограми 15 чоловіків і 27 жінок. Загальна чисельність групи – 42 людини, віковий діапазон 15-67 років, медіальний віковий показник 42 роки.

Проведено проспективне дослідження 101 пацієнта з артрозом ККС, відібраних за рекомендованим “European guidelines for the diagnosis and treatment of pelvic girdle pain” протоколом клінічного діагностичного

обстеження. Вік пацієнтів був від 18 до 71 років (середній вік 39,2 року), чоловіків — 38 осіб, жінок — 63. Критеріями включення пацієнтів у дослідження були: 1) локалізація болю в ділянці *spinae ilica posterior superior*, який іррадіює в пах, сідниці або стегно; 2) анамнез болю понад 3 місяці; 3) безуспішність попереднього консервативного лікування; 4) позитивних 4 і більше з 6 провокативних тестів: а) Stork тест; б) ASLR тест від 1 до 5 балів; в) Fortin тест; г) тест блокування ККС з положення лежачи – сидячи; д) Gaenslen тест; е) тест поштовху.

Рентгенометричні дослідження. Усім досліджуваним виконували рентгенографію таза у фронтальній площині в положенні стоячи з візуалізацією обох кульшових суглобів, у сагітальній площині в положенні стоячи та лежачи, на системі рентгенографічній і флюороскопічній OPERA T 90 sex (GMM, Italy) на чітко горизонтально виставленій платформі. Вага тіла розподілялася рівномірно між обома ногами. Трубку розташовували на фокусній відстані 115 см і центрували на рівні L_V , щоб нижній край рентгенограми був розташований чітко горизонтально за R. E. Irvin.

На отриманих рентгенограмах у фронтальній площині вимірювали:

1) кут нахилу крижі – між додатковою лінією краніальної поверхні крижі (рис. 1) і лінією горизонту за методом R.E. Irvin (рис. 2);

2) кут нахилу таза – кут між лінією, яка з'єднує верхні точки клубових кісток і лінією горизонту (лінія 1, рис. 2).

3) кут ротації крижів визначали за методом А. М. Орла. Для цього проводили додаткову крижову лінію (2), яка з'єднує верхні точки контуру крижі. Вимірювання кута відхилення медіани від вертикалі дає нам шукану величину (рис. 2).

4) Ширину суглобових щілин ККС вимірювали в трьох відділах (рис. 3): вентральному (а); медіальному (m); дорсальному (d).

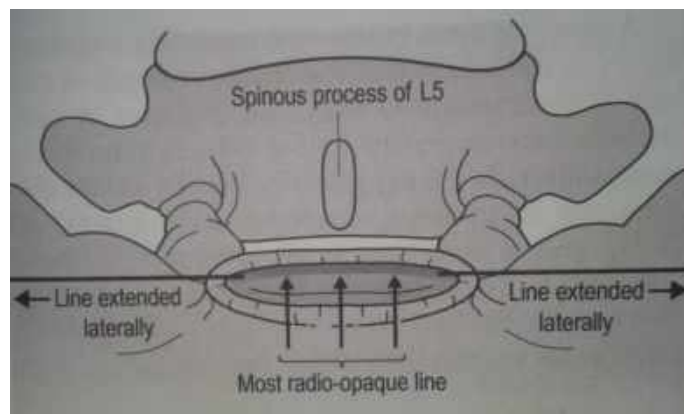


Рис. 1. Побудова лінії краніальної поверхні крижі.

На рентгенограмах в сагітальній площині вимірювали:

1) кут поперекового лордозу (LL) за методом Cobb (рис. 4, а);

2) сегментарний лордоз $L_{IV}-L_V$, L_V-S_I (рис. 4, б) – між лініями, проведеними по каудальній пластинці тіла L_{IV} хребця і краніальній – тіла L_V хребця, каудальній пластинці тіла L_V хребця і краніальній – S_I у положенні

стоячи ($L_{IV}-L_V$, L_V-S_I);

3) кут Альбрехта (рис. 5, а) – між лінією, проведеною по дорсальній поверхні крижів і лінією, проведеною по дорсальній поверхні тіла L_V хребця в положенні стоячи і лежачи;

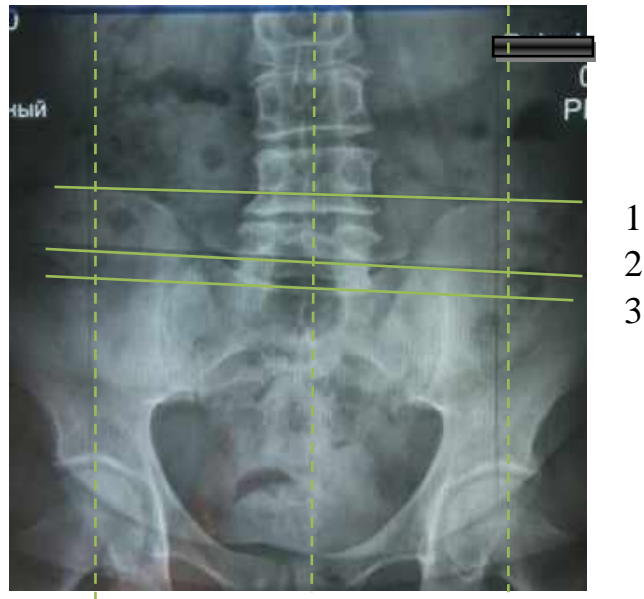


Рис. 2. Побудова ліній для вимірювання рентгенометричних параметрів, які впливають на фронтальний хребтово-тазовий баланс: 1 – з'єднує верхні точки клубових кісток; 2 – з'єднує верхні точки контуру крижі; 3 – лінія краніальної пластинки крижі.



Рис. 3. Відділи суглобових щілин ККС.

4) кут нахилу краніальної пластинки крижів (SS) (рис. 5, б, в) вимірювали між лінією, проведеною по краніальній пластинці тіла S_I хребця і лінією горизонту в положенні стоячи, лінією вертикалі, отриманою в результаті

побудови перпендикуляра до горизонтальної лінії, в положенні лежачи.

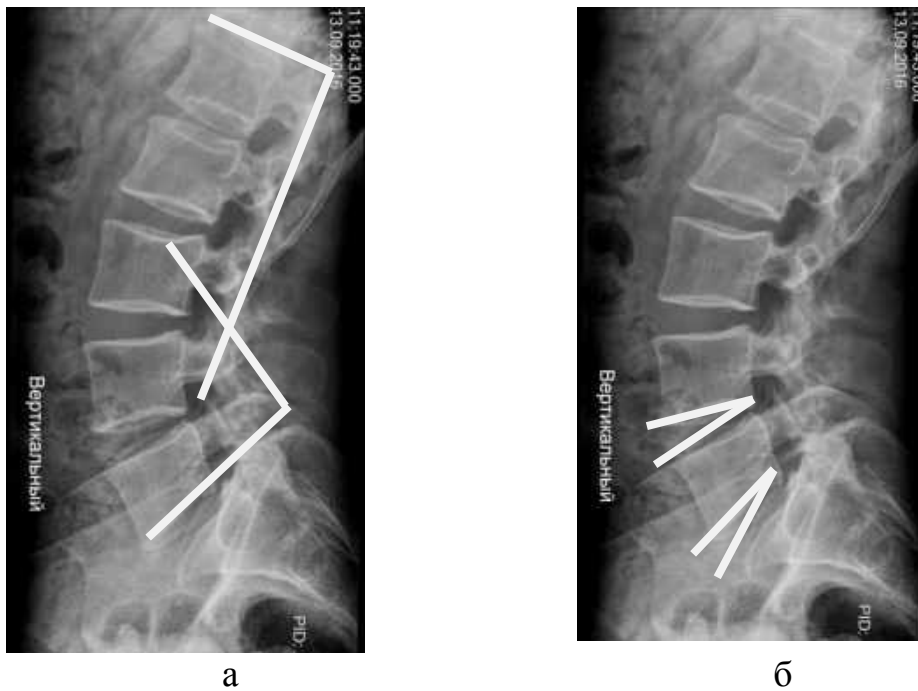


Рис. 4. Вимірювані параметри: а) кут поперекового лордозу (LL) за методом Cobb; б) сегментарний лордоз $L_{IV}-L_V$, L_V-S_I .

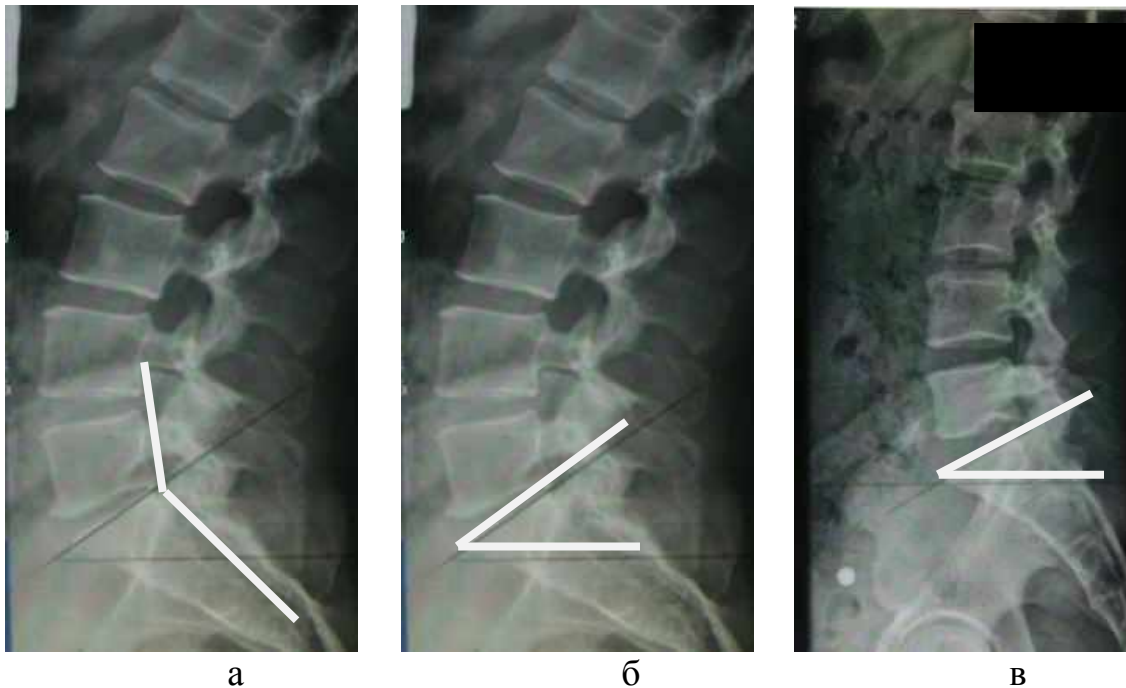


Рис. 5. Вимірювані кути: Альбрехта (а); нахилу краніальної пластинки крижів (SS) або Ferguson кут в положенні стоячи (б) та лежачи (в)

Усіх 101 пацієнта з артрозом ККС розділили на дві групи.

1-у групу склали 50 пацієнтів з артрозом ККС, віком від 20 до 71 років, середній вік 39,8 років, 16 чоловіків, 34 жінок. Додатково на фронтальних рентгенограмах у ділянці суглобових щілин ККС у пацієнтів цієї групи

виявляли наявність нерівномірності суглобових поверхонь ККС, субхондрального склерозу, остеофітів, осифікації зв'язок, кісткових містків.

Групою порівняння рентгенометричних параметрів крижі й таза у фронтальній площині була група волонтерів 1, яку склали 36 осіб (25 юнаків та 11 дівчат), віком від 17 до 23 років. Середній вік складав 19,8 років. Цій групі виконано рентгенографію за вказаною методикою лише у фронтальній площині в положенні стоячи.

Групою порівняння взаємозв'язку рентгенометричних параметрів крижі й таза у фронтальній площині та поперекового лордозу була група волонтерів 2. Цю групу склали 26 осіб (11 чоловіків, 15 дівчат, віком від 18 до 34 років). Середній вік становив 23,5 року. Цій групі виконано рентгенографію за вказаною методикою.

До 2-ї групи пацієнтів увійшла 51 особа з артрозом ККС (22 чоловіки, 29 жінок, вік від 18 до 71 року). Середній вік складав 38,7 років. Пацієнтам цієї групи була виконана рентгенографія за вказаною методикою до та після консервативного лікування.

Групою порівняння для цієї групи пацієнтів була група волонтерів 2.

Дослідження біоелектричної активності (БЕА) м'язів. У 50 пацієнтів 1-ї групи реєстрували поверхневу міограму на чотириканальному електроміографі «НейроМВП» ТОВ «Нейрософт». Вхідний діапазон сигналу – 30 мВ, нижня частота – 20 Гц, верхня – 10000 Гц. Одночасно записували чотири криві ЕМГ з симетричних м'язів. Використовували одноразові поверхневі електроди «Skintact RT-34"».

Аналізували такі показники міографічного сигналу: максимальну, середню, сумарну амплітуди та середню частоту сигналу за даними турно-амплітудного аналізу за умов фільтрації частот нижче 20 Гц.

Проводили дослідження БЕА, які беруть участь у підтримці вертикальної пози за умов двоножного стояння та одноножного, по черзі на правій і лівій нозі – поза лелеки.

Водночас білатерально записували біоелектричну активність на: *m. erector spinae*, *m. gluteus medius*, *m. abdominis obliquus*, *m. rectus femoris*, *m. biceps femoris*. Групою порівняння була група волонтерів 1, яким виконано таке саме дослідження.

Клінічні дослідження. Із 101 пацієнта з артрозом ККС була відібрана 3-тя група, до якої увійшло 56 осіб (23 чоловіки, 33 жінки, вік від 18 до 71 років). Середній вік складав 38,7 років. Цим пацієнтам оцінювали біль за візуальною аналоговою шкалою (ВАШ) та додатково проводили два клінічні тест: Patrick тест та тест наявності болю під час пальпації в ділянці *trochanter femoris*. Оцінювали результати за ВАШ та результати всіх тестів до та після консервативного лікування. Групою порівняння була група волонтерів 2.

Усім пацієнтам проведено курс консервативного лікування, який поєднував масаж, підводне вертикальне витягнення поперекового відділу хребта за розробленою методикою, розроблені селективну та симетричну гімнастики. Пацієнтам, у яких нахил крижів перевищував 1°, призначали для

вирівнювання основи крижів устілку під п'ятку, підібрану за методикою R. E. Irwin.

Усім пацієнтам виконували мануальну терапію ККС 1 раз на тиждень за розробленою автором методикою. Проводили не більше ніж 2 сеанси мануальної терапії для кожної особи. Якщо пацієнт відзначав загострення болю або відсутність його полегшення, мануальну терапію більше не повторювали.

Методи математичного моделювання. Для синтезу геометричної моделі крижово-клубового суглоба з урахуванням поперекового відділу хребта за різних величин SS були попередньо побудовані геометричні моделі хребців поперекового відділу L_I-L_V , крижів S_I-S_V з куприком і крил таза. При цьому використано відповідні зрізи комп'ютерних томограм реальних біомеханічних систем (КТ-скани 20 хворих на поперековий остеохондроз).

Моделі жорстко закріплювали по поверхнях крил таза, що виключило їхнє зміщення. Вигляд навантаженої та закріпленої скінченно-елементної моделі наведено на рис. 6.

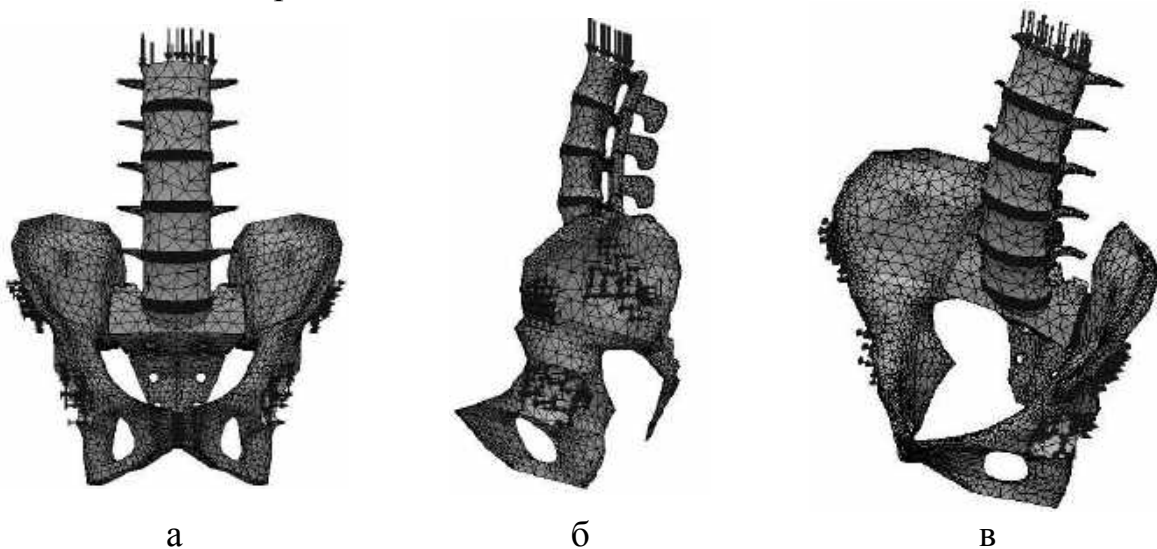


Рис. 6. Вигляд навантаженої та закріпленої скінченно-елементної моделі ККС з поперековим відділом хребта в нормі: вигляд спереду (а), збоку (б), ізометрія (в).

Конфігурація основних зв'язок, які впливають на функцію ККС, і положення нижньопоперекових сегментів відносно крижів відтворено на основі МРТ-сканів 10 пацієнтів і схеми їхнього розташування за Капанджі А.І. (рис. 7).

У процесі моделювання кінематичного ланцюга «поперековий відділ хребта – крижі – таз» створено зв'язки, які відіграють ключову роль у стабілізації ротатійної рухомості ККС і положення нижньопоперекових сегментів і крижів відносно таза, а саме (рис 7): верхня (1) і нижня (2) порції клубово-поперекових зв'язок; клубово-поперечні зв'язки крижів (3); спинні та міжкісткові крижово-клубові зв'язки (4, 5); крижово-остьова зв'язка (6); крижово-горбова зв'язка (7); вентральні крижово-клубові зв'язки (8, 9). Моделювання ККС з вентральними, міжкістковими та дорсальними крижово-клубовими зв'язками проведено за допомогою введення елемента, який

забезпечує необхідні ступені свободи крижів відносно крила таза, форма якого відповідає роботі Masi A.T. (рис. 8).

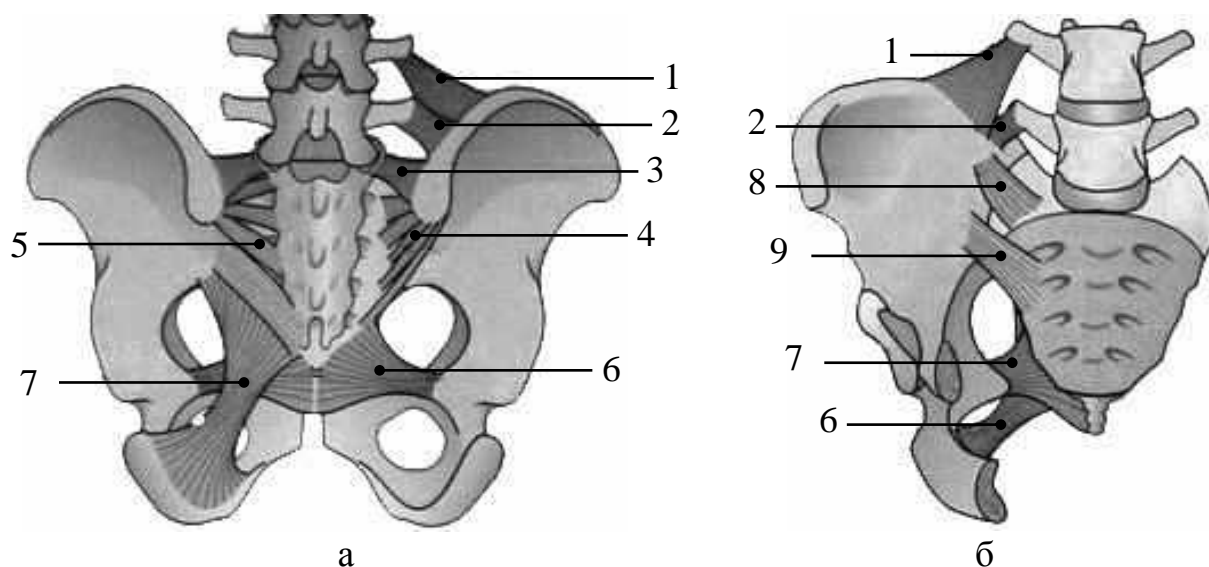


Рис. 7. Використана для моделювання схема клубово-поперекових і крижово-клубових зв'язок за Капанджі А.І.: вигляд ззаду (а) і спереду (б); верхня (1) і нижня (2) порції клубово-поперекових зв'язок; клубово-поперечні зв'язки крижів (3); спинні та міжкісткові крижово-клубові зв'язки (4, 5); крижово-остьова зв'язка (6); крижово-горбова зв'язка (7); вентральні крижово-клубові зв'язки (8, 9).

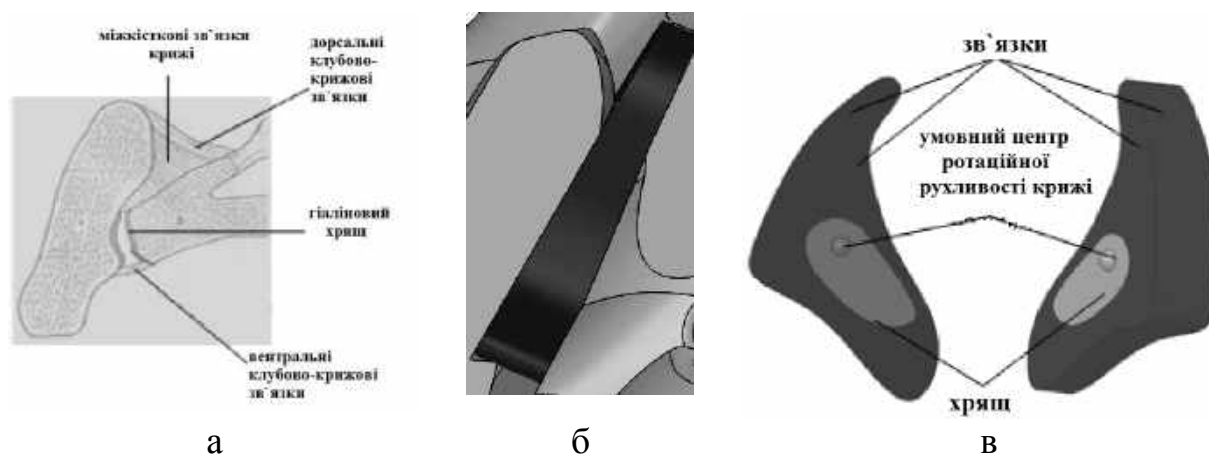


Рис. 8. Віртуальна модель елемента, що імітує наявність ККС з вентральними, міжкістковими та дорсальними крижово-клубовими зв'язками: а) схема за Masi A.T.; б) вигляд у складі кінематичного ланцюга «крижі – таз»; в) структура елемента.

Синтезовані скінченно-елементні моделі попереково-крижового відділу хребта і ККС були навантажені по верхньому хребцю L₁ вертикальною силою, що стискає, уздовж осі хребта в 400 Н і 2000 Н (рис. 9).

Отримані результати в моделі зі зв'язками були порівняні з результатами моделювання без зв'язок.

Нахил таза моделювали його поворотом на кут 6° відносно горизонтальної лінії у фронтальній площині. Кут нахилу таза 6° був обраний у зв'язку з тим, що це був максимальний кут нахилу таза, виявлений нами в групі з 36 волонтерів-спортсменів. Волонтерів-спортсменів, у кого був такий кут, періодично турбували болі в ділянці ККС. Такий кут нахилу таза відповідав зміщенню таза на 4,0-5,0 см у фронтальній площині (відстань b) (рис. 10). При цьому вертикальна вісь віртуальної моделі поперекового відділу хребта проходила через середину хребця L_1 .

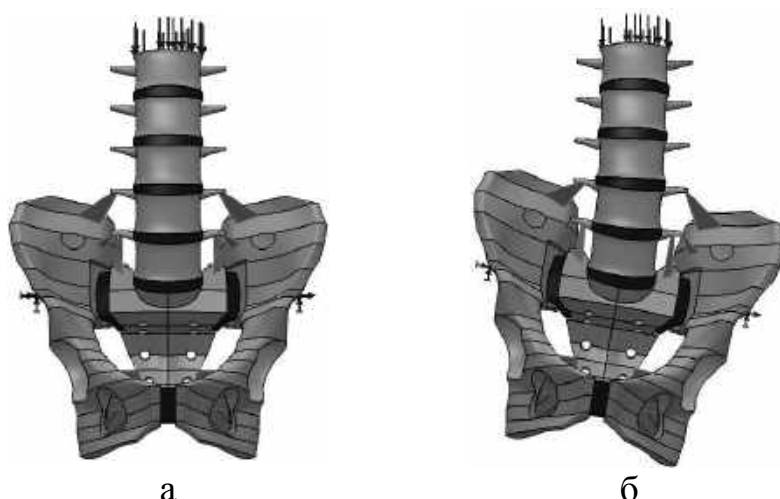


Рис. 9. Вигляд навантаженої та закріпленої віртуальної моделі попереково-крижового відділу хребта і ККС з урахуванням зв'язок: за нормального стояння таза (а) та його нахилу у фронтальній площині (б).

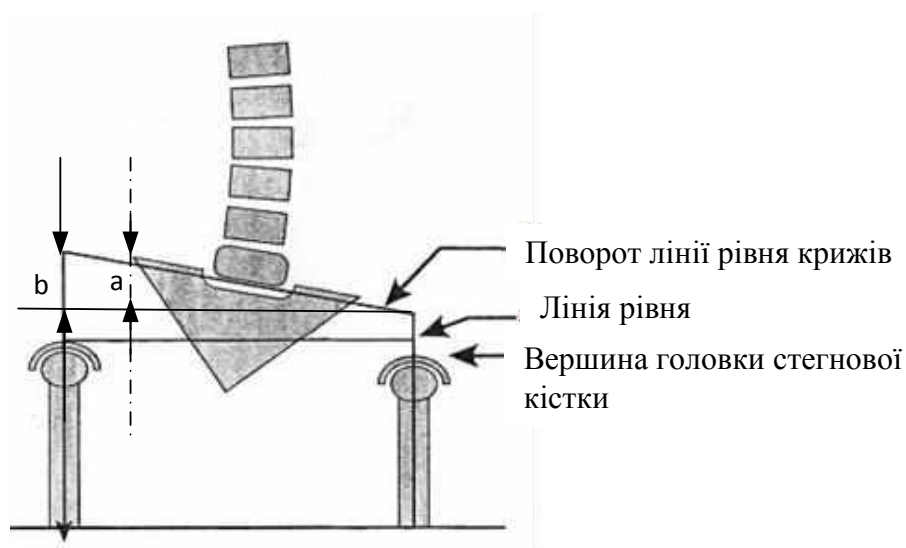


Рис. 10. Схема зміщення умовної осі ротаційної рухомості за R. Irvin.

Асиметрію суглобових щілин моделювали збільшенням товщини правого елемента у два рази. Через те, що вентральні, міжкісткові та спинні крижово-клубові зв'язки в зоні ширшої суглобової щілини перебувають, імовірно, постійно в стані гіперрозтягнення та мікротравматизації, величину їхніх фізико-

математичних характеристик моделювали зниженням модуля пружності цих зв'язок у два рази (Adams M. et. al., 2006).

Модель попереково-крижового відділу навантажували по верхньому хребцю L_v стискальним вертикальним навантаженням уздовж осі хребта, рівним вазі частини тіла, розташованої вище хребця L_v . Згідно з даними літератури величина цього навантаження складає 50 % загальної ваги тіла. Було розглянуто два рівні навантаження попереково-крижового відділу:

- у нормальному стані без перевантажень;
- під дією п'ятикратного перевантаження в краніо-каудальному напрямку.

З огляду на те, що середньостатистична маса людини 80 кг, докладені зусилля відповідно дорівнювали 400; 2000 Н. За даними літератури таз під час ходьби може сприймати 5-10-кратне навантаження порівняно з вагою тіла.

Статистичні методи. Для характеристики асиметрії суглобових щілин для кожного їхнього відділу ККС у всіх пацієнтів розраховували абсолютну різницю (Δ) між правим і лівим краєм суглобової щілини, які далі по тексту позначені як del_a – для вентрального, del_m – для медіального і del_d – для спинного відділів суглобових щілин ККС. Суму всіх трьох показників розглядали як інтегративний показник асиметрії (del_sum). Як додаткову характеристику зміни положень таза і крижів вводили складний трипозиційний код (ПКЗ). Перша позиція коду характеризувала нахил таза і приймала значення «1», якщо кут нахилу був менше 3° і значення «2», якщо більше або дорівнював 3° . За таким самим принципом формували інші позиції коду: друга характеризувала кут нахилу крижів, а третя – кут ротації крижів.

Одержані дані опрацьовували статистично у програмному середовищі Statistica Basic Academic 13 for Windows En (Serial Number: AXA704H846513FA-B).

Кількісні показники представляли за допомогою середнього вибіркового (M), медіани (Me), стандартного відхилення (m), інтерквартильного розмаху ($LQ \div UQ$) і розмаху вибірки ($min \div max$).

Обробку даних проводили методами непараметричної статистики за допомогою U-критерію Манна-Уїтні (КМУ) (у разі парних незалежних сукупностей), критерію Краскела-Уолліса (ККУ) та медіанного тесту (МТ) (у разі множинних незалежних сукупностей), критерію Вілкоксона (КВ) для аналізу залежних вибірок (спостереження в динаміці). Взаємозв'язок досліджуваних показників оцінювали за допомогою коефіцієнта кореляції Спірмена.

У дослідженні вирішувалося завдання виявлення природного розшарування групи досліджуваних пацієнтів на підгрупи за величиною асиметрії ширини суглобових щілин ККС, яка виникає через нахил основи крижів і таза у фронтальній площині, і, зокрема, супроводжуваної ротацією крижів.

Для вирішення поставленого завдання використано методи багатовимірної статистики, а саме – кластерний аналіз, який дає змогу розбити досліджувану сукупність на групи подібних об'єктів (кластерів) у такий спосіб,

щоб елементи однієї групи були максимально подібними за величиною асиметрії суглобових щілин, а елементи з різних груп максимально відрізнялися один від одного.

Для встановлення для рентгенометричного параметра асиметрії ширини суглобових щілин (як елемента діагностичної шкали) діагностичного розділового рівня досліджено вибірку з об'єднаних значень параметрів асиметрії ширини суглобових щілин у 36 волонтерів 1-ої групи і 101 пацієнта з артрозом ККС було використано апарат характеристичних (ROC) кривих, що дозволяє, зокрема, визначити чутливість і специфічність методу.

Для перевірки стійкості знайденої розбивки на кластери й оцінювання ефективності проведених реабілітаційних заходів провели повторне розбивання на кластери 101 пацієнта з артрозом ККС. Отримані результати підтвердили початкові результати 50 пацієнтів з артрозом ККС 1-ої групи – всі пацієнти, первинно віднесені до одного кластеру, знову опинилися в одному кластері. На вибірці пізнішого формування, що містить дані динамічного спостереження 51 пацієнта 2-ої групи, проведено розгорнутий статистичний аналіз. Для виконання розрахунків додатково для кожного аналізованого показника кожного пацієнта розраховували величину абсолютної (1) і відносної (2) динаміки за формулами:

$$P_{\text{абсолютн.}} = P_{\text{до лікування}} - P_{\text{після лікування}} \quad (1)$$

$$P_{\text{відносн.}} = (P_{\text{до лікування}} - P_{\text{після лікування}}) / P_{\text{до лікування}} \times 100\% \quad (2)$$

де $P_{\text{абсолютн.}}$ – абсолютна динаміка показника P ; $P_{\text{відносн.}}$ – відносна динаміка показника P (%); $P_{\text{до лікування}}$ – значення показника до лікування; $P_{\text{після лікування}}$ – значення показника після лікування.

Додатково порівняно всі показники після лікування з відносною нормою – показниками 26 волонтерів 2-ої групи.

Для дослідження дегенеративних змін (ДЗ) у ККС у 50 пацієнтів з артрозом ККС 1-ої групи використано частотний аналіз і аналіз таблиць спряженості в межах виділених 4 кластерів, що характеризують рентгенометричні типи порушень хребетно-тазового балансу у фронтальній площині.

Для кожного із 50 пацієнтів 1-ої групи дегенеративні зміни були представлені у вигляді 5-значного позиційного коду, в якому 1-ша позиція характеризувала наявність/відсутність нерівномірності суглобових поверхонь ККС, 2-га – субхондрального склерозу, 3-тя – остеофіти в ділянці суглобових поверхонь ККС, 4-та – осифікація зв'язок ККС, 5-та – кісткові містки в зоні суглобових щілин ККС. У разі позитивної відповіді позиції присвоювалося значення «Д», негативного – «Н».

Ми виявили, що наявність нахилу таза та крижів у здорових волонтерів корелює з показниками біоелектричної активності (БЕА) *m. erector spinae*, *m. gluteus medius* в положенні двох- і одноопорного стояння на рівні тенденції. У цій групі волонтерів проаналізовано не лише кута нахилу крижів і таза, а асиметрію ширини суглобової щілини ККС і ротації крижів. У результаті волонтерів розподілено на кілька рентгенометричних кластерів. Для виявлення можливого взаємозв'язку між рентгенометричним кластером волонтерів і

показниками БЕА м'язів-стабілізаторів ККС і вертикального положення (двох- і одноопорне стояння, Stork test), проведено серію непараметричних аналогів дисперсійного аналізу (МТ і ККУ). У результаті встановлено, що жоден із 200 проаналізованих показників не залежав від рентгенометричного кластера на статистично значущому рівні.

Для розвитку запропонованої теорії проаналізовано взаємозв'язки між рентгенометричним типом і показниками БЕА *m. erector spinae*, *m. obliquus abdominis externus*, *m. gluteus medius*, *m. rectus femoris*, *m. biceps femoris* у 50 пацієнтів 1-ої групи досліджених методом поверхневої електроміографії (ЕМГ) в положенні двох- і одноопорного стояння (Stork test). При цьому для оцінювання залежності показника від кластера використовували ККУ, і МТ, а для порівняння в межах кластера – показника з умовною нормою КМУ. Як умовну норму розглядали аналогічні показники БЕА м'язів групи волонтерів.

Для оцінювання позитивних функціональних тестів до та після проведеного лікування 56 пацієнтів з артрозом ККС 3-ої групи було введено інтегративний показник відносної динаміки. Були розраховані «умовні суми» (УС) як сума процентів позитивних результатів для кожного тесту зліва та справа до і після лікування відповідно. Для ASLR позитивна динаміка була розрахована як зважена сума процентів позитивної динаміки для кожної градації шкали. В якості ваги було використано значення градації від 1 до 4. Інтегративний показник відносної динаміки було розраховано за формулою:

$$\Delta = (УС_{\text{до лікування}} - УС_{\text{після лікування}}) / УС_{\text{до лікування}} \times 100 \% \quad (3)$$

Результати дослідження

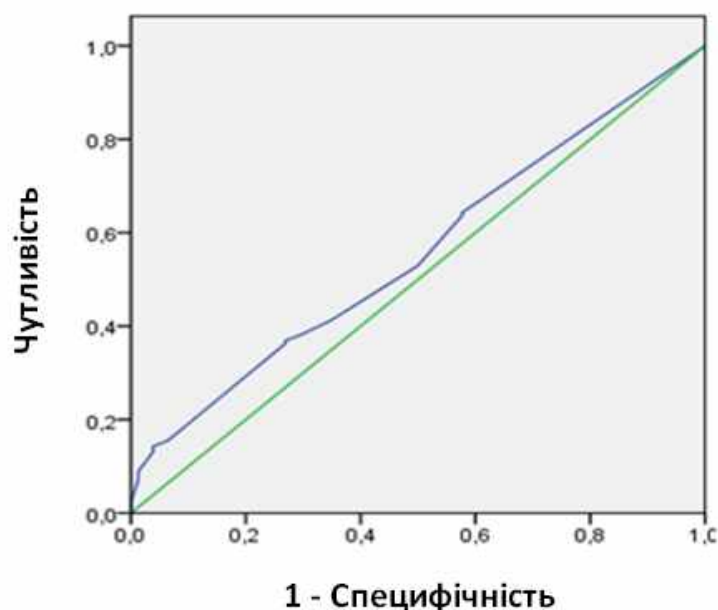
Найбільш несприятливий варіант НДС було визначено за умов моделювання поперекового гіперлордозу з нижньосегментарним гіперлордозом і горизонталізацією крижі. Зв'язки – стабілізатори ККС і поперекового відділу хребта значно знижують значення НДС у всіх елементах моделі. Проте при поперековом нижньосегментарним гіперлордозі і горизонталізації крижі у ділянці міжкісткових крижово-клубових і клубово-поперекової зв'язок величина напружень перевищувала «критичну» та могла викликати ушкодження цих зв'язок при навантаженні, яке імітує ходьбу

Асиметрія ширини суглобових щілин ККС, нахил крижі і таза призводять до зміни положення умовної осі ротаційної рухомості крижі. Це веде з широкого боку до зміщення положення умовної осі ротаційної рухомості крижі наперед і донизу відносно таза, і назад і догори з вузького, що спричинює істотний перерозподіл напружень і деформацій між лівими і правими суглобами та їхніми зв'язками. Це призводить до значного обмеження рухомості крижі відносно таза з одного боку та надлишкової рухомості – з іншого. За умов дії навантаження, що імітує ходьбу, при асиметрії ширини суглобових щілин, виявлено тенденцію до значнішого збільшення напружень у вентральних, міжкісткових, дорсальних крижово-клубових, клубово-поперекових зв'язках до і вище критичних значень, за яких може виникнути їхнє ушкодження. При нахилі таза дія такого навантаження призводить до збільшення величини напружень у дорсальних, міжкісткових і клубово-

поперекових зв'язках до і вище критичних значень.

Для верифікації даних математичного моделювання проаналізовано рентгенометричні параметри 50 пацієнтів групи 1 та 36 волонтерів групи 1. За допомогою кластерного аналізу 50 пацієнтів групи 1 були розділені на 4 рентгенометричні кластери. Кластер 1 характеризується високим ступенем асиметрії суглобових щілин ККС у вентральному відділі, невеликою асиметрією в медіальному і дорсальному відділах, великим нахилом таза і крижі, великою ротацією крижі. Кластер 2 характеризується практично симетричною шириною суглобової щілини ККС у всіх відділах, помірним нахилом таза та крижі, великою ротацією крижі. Кластер 3 характеризується великою асиметрією в медіальному відділі суглобових щілин, невеликою в дорсальному, великим нахилом таза крижі і ротацією крижі. Кластер 4 характеризується великою асиметрією в дорсальному відділі та мінімальною у вентральному і медіальному, невеликим нахилом таза і крижі, невеликою ротацією крижі.

Актуальним питанням було знаходження для рентгенометричного параметра асиметрії ширини суглобових щілин (як елемента діагностичної шкали) діагностичного розділового рівня. Для вирішення отриманого завдання досліджено вибірку, що складалася з об'єднаних значень асиметрії ширини суглобових щілин у всіх відділах суглобової щілини ККС у волонтерів і пацієнтів. За допомогою апарату ROC-кривих, що дозволяє зобразити взаємодію операційних характеристик аналізованого тесту — чутливості і специфічності (рис. 11) — знайдений оптимальний розділовий рівень між станами «хворий» і «здоровий» на підставі рентгенометричного параметра асиметрії ширини суглобових щілин.



Діагональні сегменти формуються співпаданнями

Рис. 11. ROC-крива діагностичного методу на основі рентгенометричного параметра асиметрії ширини суглобових щілин ККС при розрахунку в статистичній середовищі SPSS (фрагмент оригінального протоколу).

Рівень асиметрії ширини суглобових щілин в 1,0 мм є найкращим поєднанням чутливості (0,155) і специфічності (0,36 = 1 - 0,064).

Наступним етапом дослідження було виявлення кореляції між рентгенометричними параметрами крижі і таза у фронтальній площині та поперековим лордозом і нижньосегментарним лордозом у пацієнтів з артрозом ККС. Потім ці параметри порівнювали з рентгенометричними параметрами крижі і таза у фронтальній площині, поперекового лордозу і нижньосегментарного лордозу у волонтерів. Для цього була обстежена 2-га група волонтерів із 26 людей.

Середня величина кута SS в положенні стоячи вертикально у всіх пацієнтів менша, ніж у волонтерів (кластер 1 — 37,7°, 2 — 42,8°, 3 — 30,8°, 4 — 36,8°, волонтери — 43,5°). Це може відбуватися за рахунок ретроверсії крижі і таза.

Середня величина сегментарного лордозу L_V-S_I у пацієнтів всіх рентгенометричних кластерів значно більша, ніж у волонтерів (кластер 1 — 17,3°, 2 — 18,6°, 3 — 17,2°, 4 — 15,6°, волонтери — 12,2°).

У пацієнтів 1, 3, 4-го рентгенометричних кластерів з артрозом ККС визначено згладжений поперековий лордоз у положенні стоячи (середні величини поперекового лордозу LL в положенні стоячи склали відповідно 40,7°, 37,2°, 43,5°). Середнє значення поперекового лордозу LL пацієнтів 2-го кластера в положенні стоячи склало 49,3°, а у волонтерів — 48,3°.

У всіх наших пацієнтів з артрозом ККС сегментарний лордоз L_V-S_I був понад 15°. У волонтерів середнє значення сегментарного лордозу дорівнювало 12,2°.

Наступним етапом дослідження було визначення кореляції дегенеративних змін елементів ККС з рентгенометричними параметрами крижі і таза в пацієнтів з артрозом ККС при виконанні функціональної рентгенографії. Найбільш типовою комбінацією дегенеративних змін у хворих всіх кластерів була наявність нерівномірності суглобової поверхні, субхондрального склерозу й остеофітов у ділянці суглобових щілин ККС. Крім того, характерними для пацієнтів кластера 2 були субхондральний склероз, остеофіти та кісткові містки в зоні суглобових щілин ККС, а для пацієнтів кластера 4 — субхондральний склероз і остеофіти в ділянці суглобових щілин ККС. Нерівномірність суглобової поверхні та субхондральний склероз найбільш виражені (ступінь вираженості 2) у хворих кластерів 1 і 3, остеофіти — в пацієнтів кластера 2, а кісткові містки — кластерів 1 і 4.

Наступним етапом дослідження було визначення, які дегенеративні зміни ККС спостерігали в пацієнтів перед операцією спондилодезу L_V-S_I з приводу поперекового остеохондрозу і як ці зміни спостерігалися у них у терміни 6 міс. і рік після операції. У терміни понад 1 року після операції (група 2) було проаналізовано рентгенограми 42 осіб. Порівняно з групою 1 ситуація змінилася докорінно в бік істотного прогресу дегенеративних змін ККС на передньо-задніх рентгенограмах. На передньо-задніх рентгенограмах ККС визначено статистично значуще прогресування субхондрального склерозу (95,2 %), розвитку остеофітів (виникнення додаткових і збільшення наявних) —

у 40,4 %. Кісткові містки додатково з'явилися у 14,3 % хворих, збільшення наявних проявилось у 54,8 % , тобто у 69 % випадків відмічено негативну динаміку.

Кількість ділянок осифікації зв'язок у 76,2 % пацієнтів не змінилася, а у 23,8 % визначено розвиток нових ділянок. Статистично значуще поширення ділянок нерівномірності суглобових поверхонь ККС зафіксовано в 33,3 % пацієнтів. У більшості пацієнтів (97,6 %) зареєстровано статистично значуще прогресування звуження суглобової щілини порівняно з показниками до операції.

Наступним етапом було дослідження кореляції БЕА м'язів стабілізаторів ККС з рентгенометричними параметрами у фронтальній площині у пацієнтів та волонтерів. Найбільшу розбіжність БЕА м'язів стабілізаторів ККС у пацієнтів з артрозом ККС, порівняно з показниками БЕА цих м'язів у волонтерів, мали пацієнти кластера 4, потім – кластера 3, потім – кластера 1. У пацієнтів кластера 2 показники БЕА м'язів стабілізаторів ККС не відрізнялися від значень у волонтерів. Отримані результати БЕА м'язів стабілізаторів ККС свідчать про прямий взаємозв'язок між ступенем вираженості асиметрії ширини суглобових щілин ККС та БЕА м'язів стабілізаторів ККС.

У пацієнтів з артрозом ККС найбільш сприятливих рентгенометричних кластерів 1 і 2 БЕА м'язів – стабілізаторів ККС залежала від сторони локалізації болю. Локалізація болю достовірно впливала на показники БЕА *m. abdominis obliquus externus*, *m.m. gluteus*, *m. erector spinae*, *m. biceps femoris*, *m. rectus femoris* у пацієнтів кластера 1 і *m.m. gluteus*, *m. erector spinae* у пацієнтів кластера 2. У пацієнтів найбільш несприятливих рентгенометричних кластерів 3 і 4 БЕА м'язів стабілізаторів ККС не залежала від сторони локалізації болю. У цих пацієнтів були найбільш несприятливі зміни рентгенометричних параметрів крижів і таза. Ці рентгенометричні параметри обумовлювали кумулятивну мікротравматизацію зв'язок, які натягуються під вагою тіла, біль не впливала на БЕА м'язів стабілізаторів.

На підставі відомих уявлень про ККС, як унікальний суглоб, що з'єднує хребет, таз і нижні кінцівки, результатів власних досліджень особливостей ККС і його зв'язок методом кінцевих елементів і верифікації цих даних у хворих з артрозом ККС, дослідження м'язів стабілізаторів ККС і вертикального положення тіла, ми пропонуємо концептуальну модель пато- і саногенезу артрозу ККС.

Опороспроможність і стабільність ККС визначається нормальною функцією трьох підсистем. Перша підсистема складається з крижів, тазових кісток, зв'язок, які з'єднують ці кістки в єдине ціле, суглобового хряща. Друга підсистема складається з м'язів, які натягують зв'язки і стабілізують опороспроможність ККС під час руху та в статичному положенні. Третя підсистема представлена системою нейром'язового контролю (рис. 12).

Ця передача імпульсів із механорецепторів забезпечує інформацією систему нейром'язового контролю, яка допомагає забезпечувати опороспроможність і рухомість ККС завдяки м'язовій активності. Основним

критерієм, який використовує система нервово-м'язового контролю, це досягнення, у першу чергу, адекватної механічної опороспроможності ККС.



Рис. 12. Модель стабілізації ККС.

Якщо структурна функція ККС порушена через дегенеративні зміни, травму, кумулятивну мікротравму, система нейром'язового контролю посилює активність м'язової системи, щоб компенсувати втрату. Одинична травма або кумулятивна мікротравма спричинює ушкодження зв'язок ККС і спотворення сигналу механорецепторів, розташованих у цих зв'язках. Механорецептори цих зв'язок ККС під дією зовнішнього навантаження (ходьба, біг, тривале сидіння) продукують спотворений сигнал у систему нейром'язового контролю.

Система нейром'язового контролю вагається з інтерпретацією спотвореного сигналу з механорецепторів ушкоджених зв'язок. Існує просторова і тимчасова невідповідність між сигналом механорецепторів нормальних та ушкоджених зв'язок.

Система нейром'язового контролю генерує спотворений у просторі та часі сигнал для активації м'язів – стабілізаторів ККС і вертикального положення тіла. Спотворена активність м'язів – стабілізаторів ККС призводить до спотвореного сигналу зворотного контролю через рецептори сухожиль м'язів і ушкоджені механорецептори, далі спотворюючи активацію м'язів.

Спотворена активація м'язів викликає ще більше напруження та

деформації у всіх елементах ККС і призводить до подальшого ушкодження зв'язок ККС, механорецепторів і м'язів, перевантажуючи суглобовий хрящ. Надлишкові деформації та напруження викликають запалення елементів ККС, які мають багату ноцептивну іннервацію. Із плином часу хронічний біль може прогресувати.

Ушкодження зв'язок при цьому може бути «субкритичним», без повного розриву зв'язки, а з розривом частини волокна.

У нормальних умовах, щоб змінити положення тіла в просторі у відповідь на зміну зовнішнього навантаження, механорецептори генерують комплекс сигналів, які описують стан і рух крижів відносно тазових кісток (рис. 13).

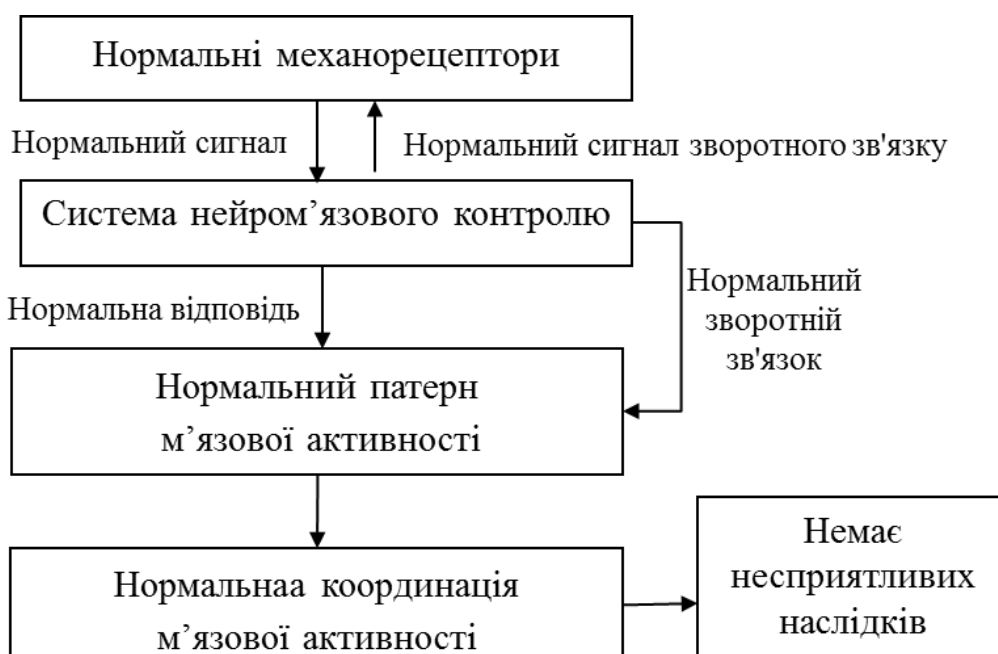


Рис. 13. Модель стабілізації ККС.

ККС з ушкодженими зв'язками функціонує по-іншому (рис. 14, рис. 15).

Часткове ушкодження зв'язок тягне за собою руйнування або ушкодження механорецепторів. За умов вертикального навантаження ККС, під час передачі вертикальних навантажень із хребта на таз та кульшові суглоби відбувається зміщення горизонтальної осі обертання крижі відносно тазових кісток, перерозтягнення, стиснення й ушкодження зв'язок, стабілізаторів ККС. Це супроводжується асиметрією ширини щілин ККС, нахилом крижі, таза, ротацією крижів, звуженням ширини та фіброзом суглобових щілин.

Ушкоджені механорецептори продукують спотворений сигнал, який описує позицію крижів і тазових кісток у просторі та часі. У результаті система нейром'язового контролю отримує спотворені в просторі та часі сигнали про положення крижів і тазових кісток і починає зазнавати труднощів у виборі відповідного патерну м'язової відповіді (рис. 15).

Відповідно, система нейром'язового контролю продукує спотворений патерн м'язової відповіді, яка найбільш відповідає положенню крижі і таза. Спотворений патерн м'язової відповіді безпосередньо впливає на вибір

активованих м'язів стабілізаторів ККС і вертикального положення тіла, показники активності кожного м'яза окремо, сили скорочення, відстань скорочення кожного м'яза (Panjabi M.M., 2006).



Рис. 14. Модель сано- і патогенезу артрозу ККС. Продовження на рис. 15.

Синхронізація активності м'язів стабілізаторів ККС і вертикального положення тіла порушуються. Додатково зворотний зв'язок системи нейром'язового контролю та механорецепторів теж змінюється, у подальшому ще більше спотворює патерн м'язової відповіді. Це має свої негативні наслідки: вищі напруження та деформації, які призводить до мікроушкодження зв'язок – стабілізаторів ККС і, відповідно, механорецепторів, розташованих у них, порушення функції м'язів стабілізаторів ККС і вертикального положення тіла (Panjabi M.M., 2006) Унаслідок цього виникає функціональний блок або нестабільність ККС, або і те, й інше (рис. 14). Із плином часу ці ушкоджувальні деформації та напруження спричинюють запалення нервових структур і прискорюють процес дегенерації всіх елементів ККС, що загалом призводить до дисфункції ККС і болю. Нестабільність ККС — це стан, який проявляється збільшеною рухомістю крижі відносно тазових кісток, має певні клінічні ознаки та супроводжується розтягненням і компресією елементів ККС з «субкритичним» ушкодженням цих елементів. У зв'язку з тим, що при нестабільності ККС має місце «субкритичні» ушкодження зв'язок ККС обсяг рухів крижі відносно тазових кісток все одно залишається невеликим — 3° – 6° (Vleeming A., 2008).



Рис. 15. Модель сано- та патогенезу артрозу ККС.

Функціональний блок — це стан, який проявляється обмеженням рухомості крижі щодо тазових кісток, що супроводжується розтягненням і компресією елементів ККС у межах механічної міцності цих елементів (Продан О.І., 2007).

Деякі автори вважають, що однією з основних причин виникнення артрозу ККС є операція спондилодезу на рівні L_V-S_1 (Vleeming A., 2008). На нашу думку, спондилодез на рівні L_V-S_1 призводить до компенсаторного збільшення рухомості крижі відносно тазових кісток у суміжному ККС, що тягне за собою збільшення механічних навантажень на всі елементи ККС, зміщення осі обертання крижі щодо тазових кісток.

При цьому може змінюватися не лише обсяг рухів крижів і тазових кісток, а й напрямок руху крижів і тазових кісток к простору. Це буде міняти опороспроможність ККС, стратегію досягнення рухомості ККС і призводити до дисфункції ККС і хронічної кумулятивної мікротравматизації всіх його елементів. Зазначені зміни будуть супроводжуватися дегенеративними змінами

елементів ККС, бодем і розвитком артрозу ККС.

Хронічна кумулятивна мікротравматизація зв'язок ККС буде супроводжуватися ушкодженням механорецепторів і подальшим каскадом реакцій, відповідно до рис. 15. Збільшення обсягу рухомості крижі відносно таза, зміщення осі рухомості крижі буде реалізовуватися у функціональний блок або нестабільність ККС. Згідно з даними нашого дослідження, артроз ККС буде завжди супроводжуватися певними рентгенометричними параметрами на функціональних рентгенограмах ККС. Ці параметри безпосередньо відображають функцію ККС, що доведено в процесі виконання роботи (рис. 16).

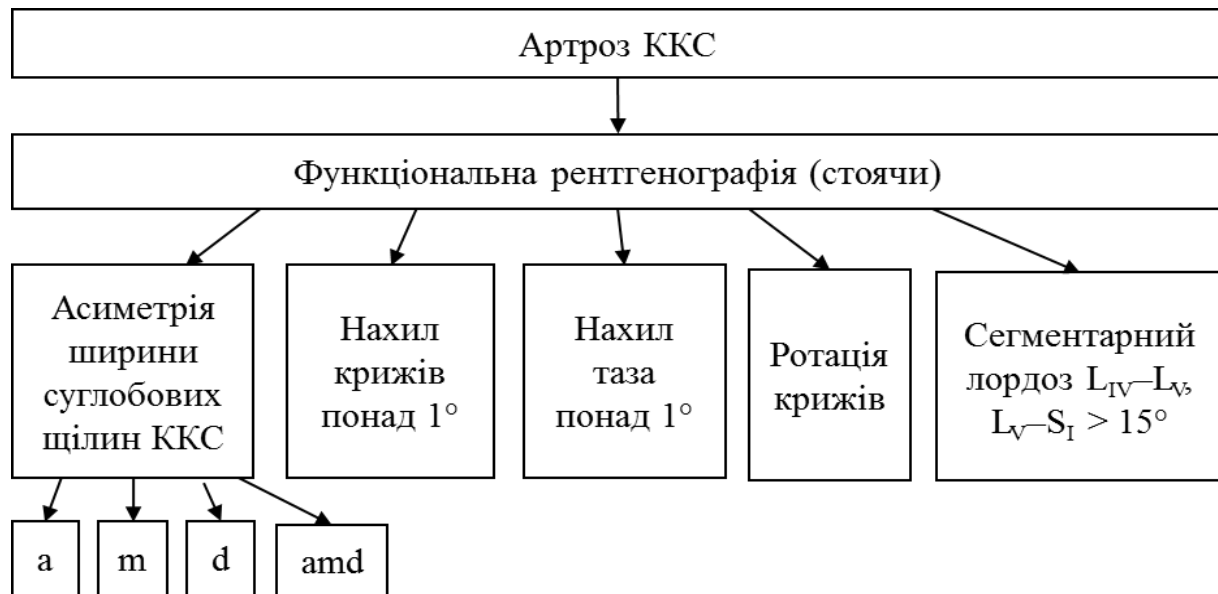


Рис. 16. Рентгенометричні параметри крижі, таза, ніжньосегментарного лордозу, безпосередньо визначають функцію ККС: вентральний (а), медіальний (m) та дорсальний (d) відділі, amd — асиметрія в усіх відділах.

Асиметрія ширини суглобових щілин важлива для функції ККС у вентральному, медіальному і дорсальному відділах. Згідно з даними нашого дослідження асиметрія ширини суглобових щілин понад 1 мм у будь-якому відділі ККС, або до 1 мм у всіх трьох відділах ККС, будуть клінічно значущими для функції ККС. Усі зазначені функціональні рентгенометричні параметри будуть компенсуватися функціональним блоком або нестабільністю суглоба для відновлення опороспроможності та рухомості ККС (Продан О.І., 2007).

При цьому один стан може переходити в інший.

Згідно з даними нашого дослідження і даними літератури, артроз ККС буде завжди супроводжуватися низкою дегенеративних змін усіх елементів ККС. Це – дегенерація суглобового хряща із порушенням рівномірності та цілісності суглобового покриття, звуження ширини суглобових щілин аж до їх склерозу, дегенерація зв'язок ККС, дегенеративні зміни прилеглої до суглобового хряща і зв'язок кістки. На рентгенограмах це буде проявлятися субхондральним склерозом, нерівномірністю суглобових поверхонь ККС, остеофітами, осифікацією зв'язок, кістковими містками (рис. 17).

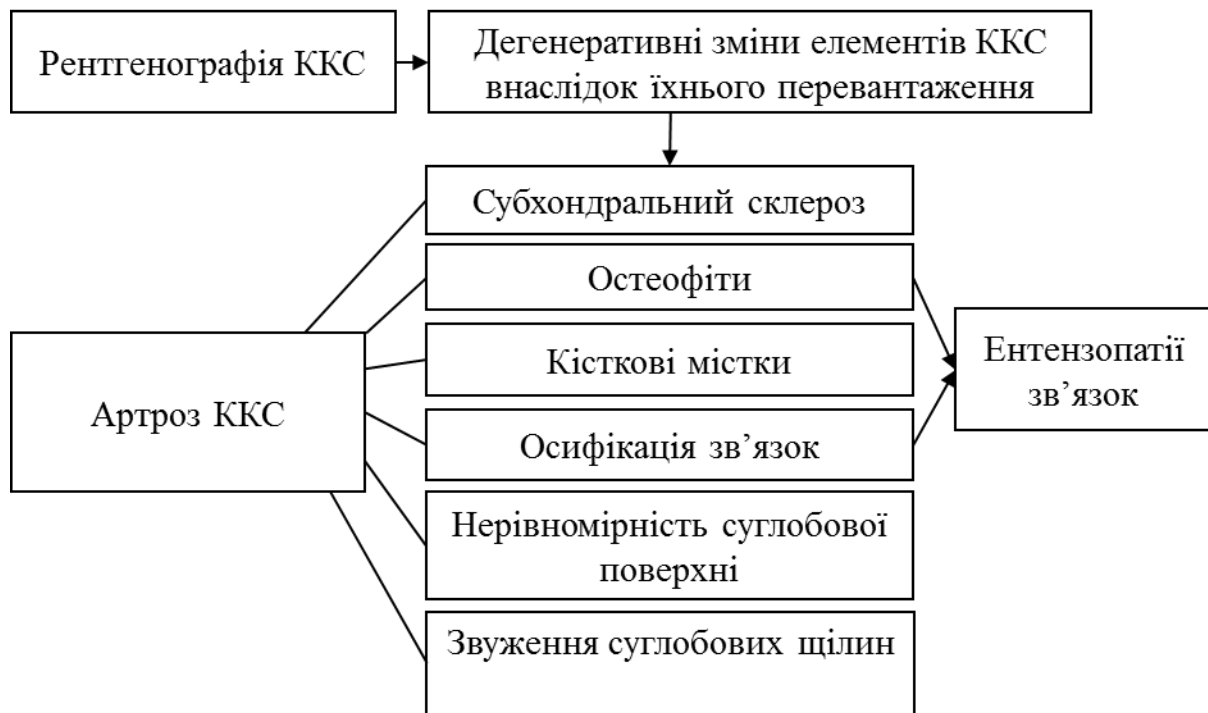


Рис. 17. Дегенеративні зміни ККС за умов артрозу на рентгенографії.

У свою чергу, дегенеративні зміни зв'язок призводять до їхніх ентензопатій і виникнення певної клінічної картини (Stecco С., 2015).

Наведена модель, звичайно, має певні обмеження. ПТБ є мультифакторною проблемою та пояснити його однією моделлю, ймовірно, неможливо. Одна запропонована модель дає змогу пояснити отримані нами результати та вибудувати стрункий алгоритм діагностики й лікування артрозу ККС з ПТБ.

На підставі аналітичного огляду літератури, проведеного математичного моделювання ККС і рентгенологічної верифікації математичної моделі у хворих на артроз ККС розроблено рентгенологічну класифікацію артрозу ККС (рис. 18).

Артроз ККС може супроводжуватися поперечно-клубовим і поперечно-крижовий артрозом, що, безумовно, впливатиме на функцію ККС. Артроз ККС може бути в фазі ремісії або загострення (рис. 19).

Запропонована рентгенологічна класифікація артрозу ККС охоплює весь спектр патологічних змін у ньому, пов'язаних із порушенням механічної передачі ваги тулуба на таз і нижні кінцівки, порушенням опороспроможності та рухомості ККС.

На підставі даних власних досліджень, результатів консервативного лікування пацієнтів з артрозом ККС автором була розроблена методика діагностики та прогнозування артрозу ККС. За наявності болю в пацієнта при комплексному клінічному обстеженні в певній ділянці ККС призначають додаткове виконання рентгенометрії суглоба в положенні пацієнта стоячи у двох проекціях – сагітальній і фронтальній, і фіксують такі рентгенометричні показники як: асиметрія ширини суглобових щілин у зазначених місцях a і $a1$, m і $m1$, d і $d1$ (справа і зліва відповідно) (рис. 3); нахили таза і крижів у

фронтальній площині (рис. 2), а також кут сегментарного лордозу L_V-S_I у сагітальній площині (рис. 4, б).

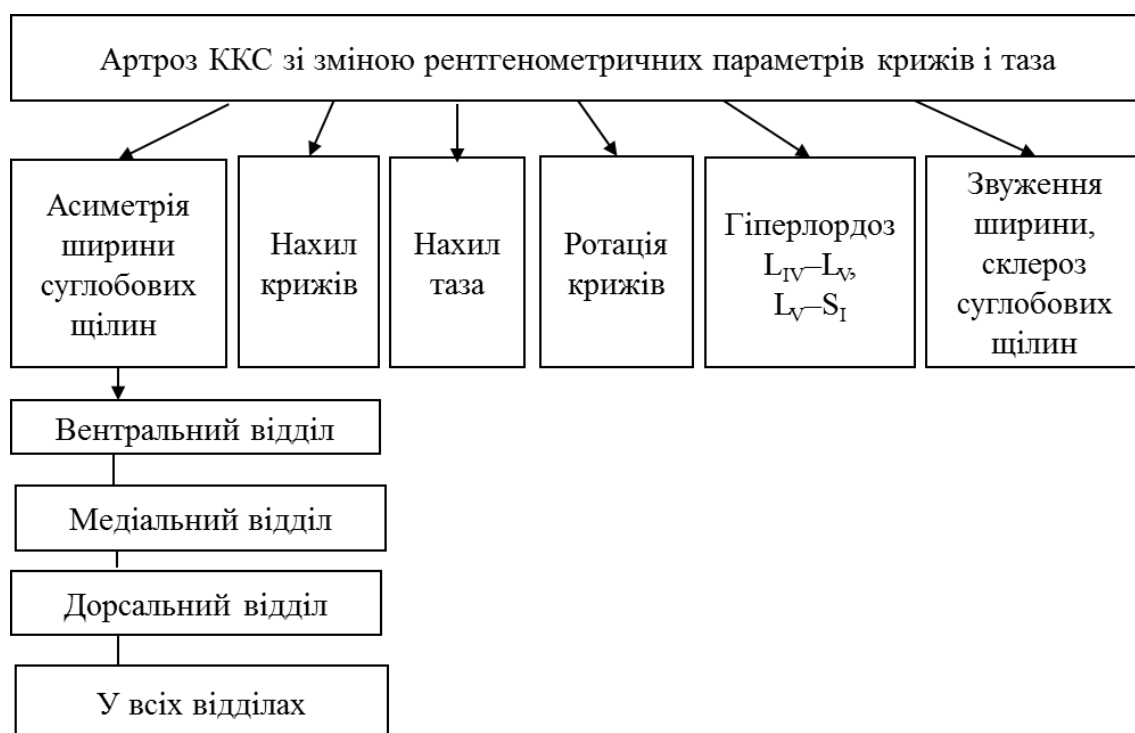


Рис. 18. Структурно-функціональна рентгенологічна класифікація артрозу ККС.

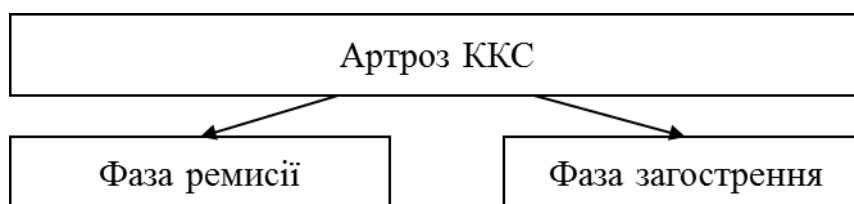


Рис. 19. Фази артрозу ККС.

Вимірюють зазначені рентгенометричні показники та за асиметрії ширини суглобових щілин в місцях a і a_1 , m і m_1 , d і d_1 більш ніж на 1 мм; кутів нахилу таза і крижі у фронтальній площині більш ніж на 1° від норми, а також кут сегментарного лордозу L_V-S_I більш ніж 15° , або окремо, або в поєднанні, констатують артроз ККС. На підставі результатів кластерного аналізу визначено найбільш несприятливий рентгенометричний кластер. Цим кластером виявився кластер 4, для якого була характерна велика асиметрія ширини суглобових щілин у дорсальному відділі (більше 1 мм), невелика асиметрія в медіальному та вентральному відділах (менше 1 мм). При цьому було з'ясовано, по-перше, що залежність показників асиметрії ширини суглобових щілин досліджених ділянок від одержаного розподілу за кластерами мала статистично значущий характер (критерій Краскела-Уолліса), й, по-друге, що показники асиметрії пацієнтів, віднесених до кластера 4, відрізнялися від аналогічних показників всіх інших кластерів на статистично значущому рівні (критерій Манна-Уїтні). У разі консервативного лікування у хворих кластера 4 була мінімальною та нестійкою динаміка як рентгенологічних змін, так і

клінічних. Більш того в терміні 2-4 міс. після лікування пацієнти кластера 4 звернулись повторно з ПТБ. На підставі цих фактів пацієнтам цього кластера необхідно прогнозувати та пропонувати хірургічне лікування. Наша методика діагностики та прогнозування має високі показники чутливості (96,4 %) і специфічності (92 %) і включає в себе не лише результати клінічного обстеження, а й дані рентгенометричних функціонального дослідження.

Наступним етапом роботи було вивчення динаміки змін рентгенометричних параметрів нижньосегментарного поперекового лордозу $L_{IV}-L_V$, L_V-S_I , поперекового лордозу в пацієнтів з артрозом ККС після консервативного лікування та їхній взаємозв'язок із рентгенометричними параметрами крижів і таза у фронтальній площині, що впливають на опороспроможність ККС.

Були вивчені рентгенометричні параметри 51 пацієнта 2-ої групи з артрозом ККС до консервативного лікування та після нього. Усім пацієнтам проведено курс консервативного лікування, який включав масаж, підводне витягнення поперекового відділу хребта за розробленою в ПХС ім. проф. М.І. Ситенка методикою (пат. № 44444 України), розроблену в інституті селективну і симетричну гімнастики. Пацієнтам, у яких нахил крижів перевищував 1° , призначали для вирівнювання основи крижів устілку під п'яту, підібрану за методикою R. E. Irwin. Додатково проведено порівняння всіх показників після проведеного лікування з відносною нормою — показниками групи з 26 волонтерів.

Динаміку найінформативніших рентгенометричних показників пацієнтів кластера 1 наведено на рис. 20–21 (центральні тенденції), вона свідчить про тенденцію стійкого зниження досліджуваних величин.

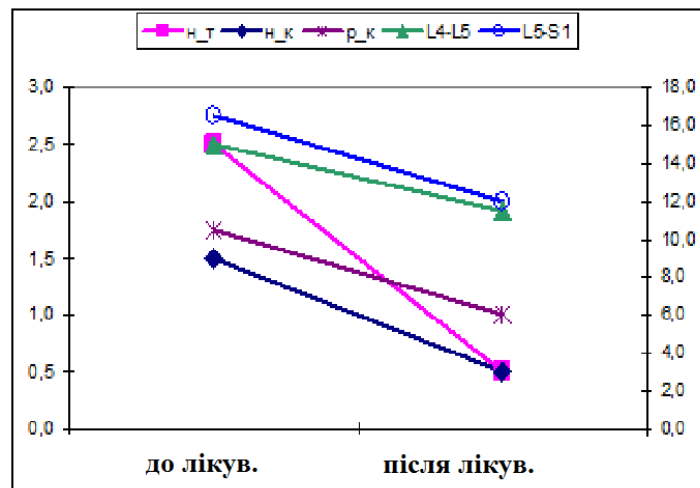


Рис. 20. Тенденції зміни основних кутівих характеристик пацієнтів кластера 1: ліва вертикальна вісь — нахил таза, нахил крижі, ротація крижі; права вертикальна вісь — кути $L_{IV}-L_V$ і L_V-S_I .

Статистично значимий характер відмінностей між станами до та після лікування в пацієнтів кластера 1 (критерій Вілкоксона, $p < 0,05$) виявлено за показниками нахилу таза і крижі, кутів $L_{IV}-L_V$ і L_V-S_I , ротації крижі, асиметрії вентрального відділу та ширині суглобових щілин медіального відділу

праворуч. Відповідні значення для відносної динаміки рентгенометричних параметрів представлені у вигляді коробчастих графіків на рис. 22.

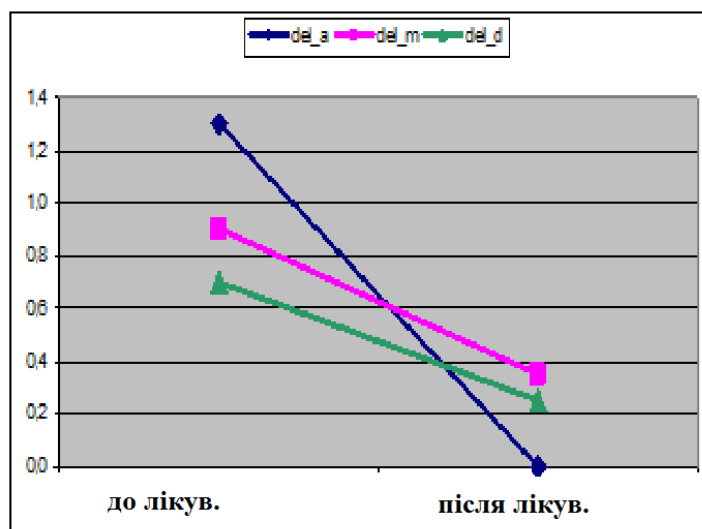


Рис. 21. Тенденції зміни асиметрії суглобових щілин вентрального, медіального та спинного відділів у пацієнтів кластера 1.

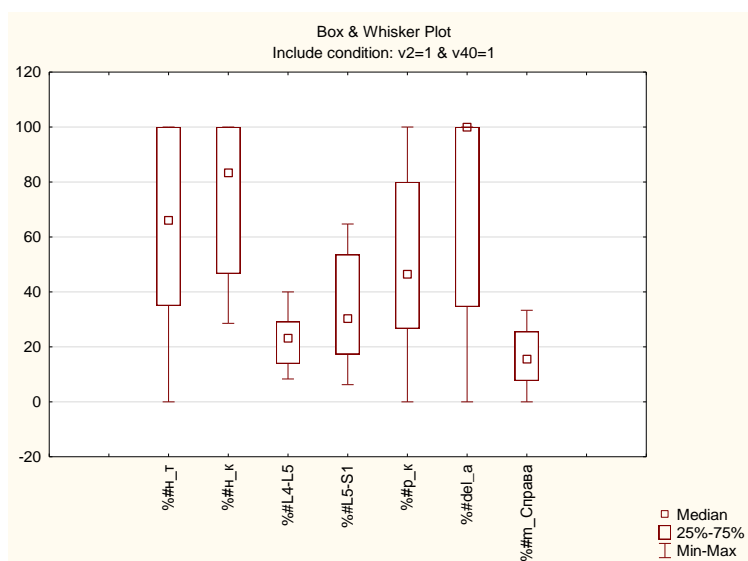


Рис. 22. Коробчасті графіки рентгенометричних параметрів зі статистично значущою динамікою для пацієнтів кластера 1, представлені у вигляді відносної динаміки (%).

Як зазначено вище, відносну динаміку показника розраховано відповідно до теорії вимірювань і представляла собою зміну показника, віднесене до його первісного значення, виражене у відсотках. Позитивне значення динаміки вказувало на зниження досліджуваного показника, негативне — на його збільшення.

Як можна бачити (рис. 22), на координатній площині всі зазначені показники лежать вище нульового рівня, що відповідає зниженню оцінюваних параметрів. Максимальну динаміку спостерігали для показника асиметрії вентрального відділу з медіаною динаміки 100 %, наступними за рівнем

динаміки були нахил крижів (73,6 %) і таза (62,8 %).

При цьому ні по одному з досліджуваних показників не виявлено відмінностей із групою відносної норми (критерій Манна-Уїтні), тобто після проведеного лікування стан пацієнтів розцінено як нормальний.

Пацієнти кластера 2 характеризувалися менш вираженою динамікою рентгенометричних параметрів. Статистично значущі відмінності між станами до та після лікування спостерігали за показниками нахилу таза та крижі, кутів $L_{IV}-L_V$, L_V-S_I і ротації крижів. Усі рентгенометричні параметри пацієнтів кластера 2 демонстрували тенденцію стійкого зниження, а серед показників асиметрії ширини суглобових щілин знижувався показник для дорсального відділу (рис. 23, 24).

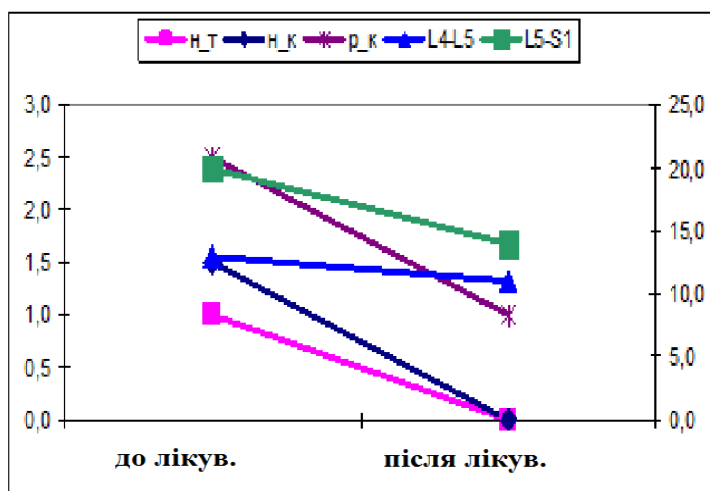


Рис. 23. Тенденції зміни основних рентгенометричних параметрів пацієнтів кластера 2: ліва вертикальна вісь - нахил таза, нахил крижі, ротація крижі; права вертикальна вісь - кути $L_{IV}-L_V$ і L_V-S_I .

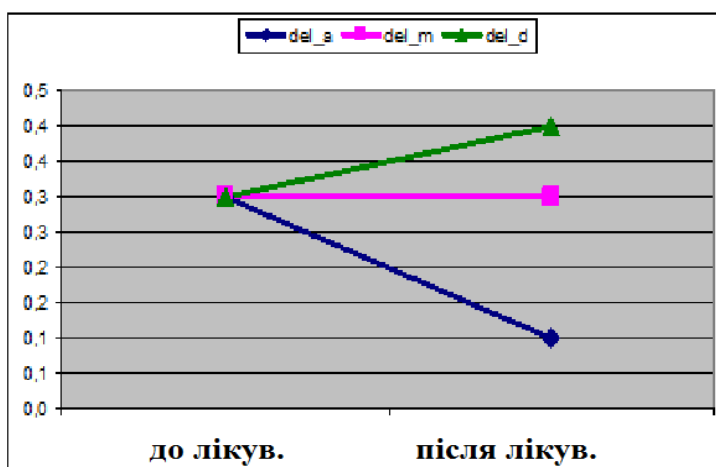


Рис. 24. Тенденції зміни асиметрії ширини суглобових щілин вентрального, медіального та спинного відділів у пацієнтів кластера 2.

Відносна динаміка кута сегментарного лордозу $L_{IV}-L_V$ в окремих пацієнтів носила негативний характер, а, загалом, медіальні значення відносної динаміки всіх досліджуваних показників коливалися в межах 20–43 % (рис. 25).

Статистично значущі відмінності з відносною нормою після лікування спостерігали для показників асиметрії ширини суглобових щілин вентрального та медіального відділів.

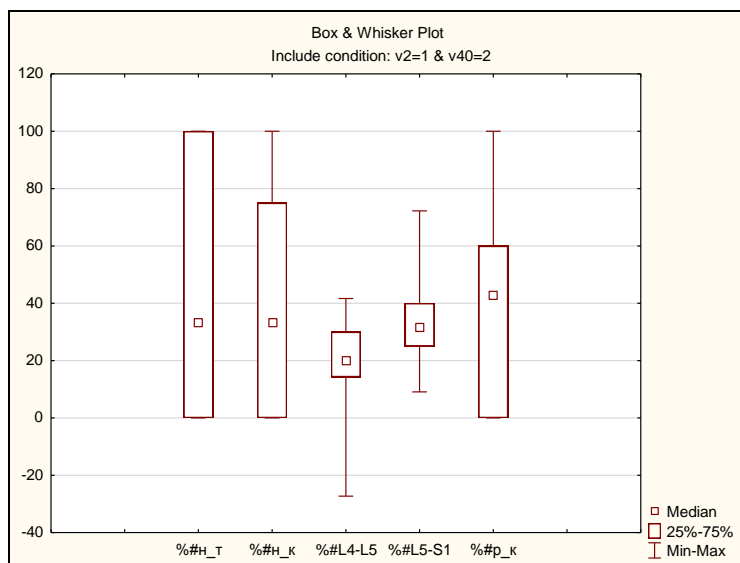


Рис. 25. Коробчасті графіки показників зі статистично значущою динамікою для пацієнтів кластера 2, представлені у вигляді відносної динаміки (%).

Пацієнти кластера 3 характеризувалися статистично значущою динамікою наступних рентгенометричних параметрів: нахил таза і крижі, кути $L_{IV}-L_V$, L_V-S_I , ротація крижі, асиметрія ширини суглобових щілин медіального і дорсального відділів і ширина суглобових щілин в медіальному відділі справа. Аналогічно характеристикам пацієнтів кластера 1, максимальний відсоток відносної динаміки спостерігали за рентгенометричними параметрами нахилу таза і крижі, досягаючи в максимумі 100 % із типовою тенденцією близько 80 %. Елементи подібності з групою кластера 2 виявлялися негативною динамікою кута $L_{IV}-L_V$ у частини пацієнтів (рис. 26).

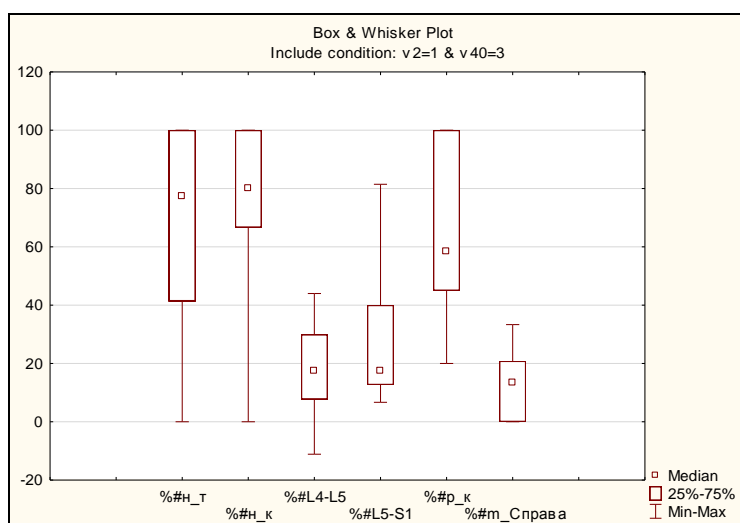


Рис. 26. Коробчасті графіки рентгенометричних параметрів зі статистично значущою динамікою для пацієнтів кластера 3, представлені у вигляді відносної динаміки (%).

За підсумками порівняння результатів лікування з параметрами волонтерів, поза межами останньої було виявлено показники кутів L_{IV-LV} і Альбрехта (горизонтально).

Аналогічно попереднім кластерам, абсолютну зміну основних рентгенометричних параметрів і параметрів асиметрії ширини суглобових щілин наведено на рис. 27, 28, і також демонструє тенденцію зниження досліджуваних параметрів.

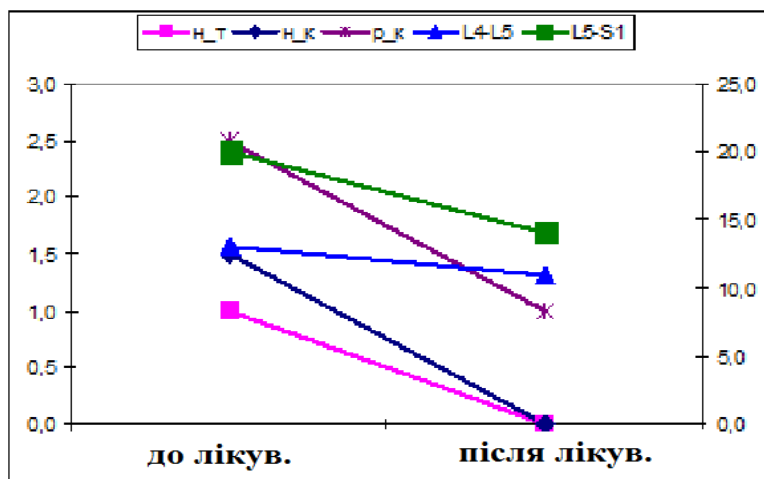


Рис. 27. Тенденції зміни основних рентгенометричних параметрів пацієнтів кластера 3: ліва вертикальна вісь — нахил таза, нахил і ротація крижі; права вертикальна вісь — кути L_{IV-LV} і L_V-S_I .

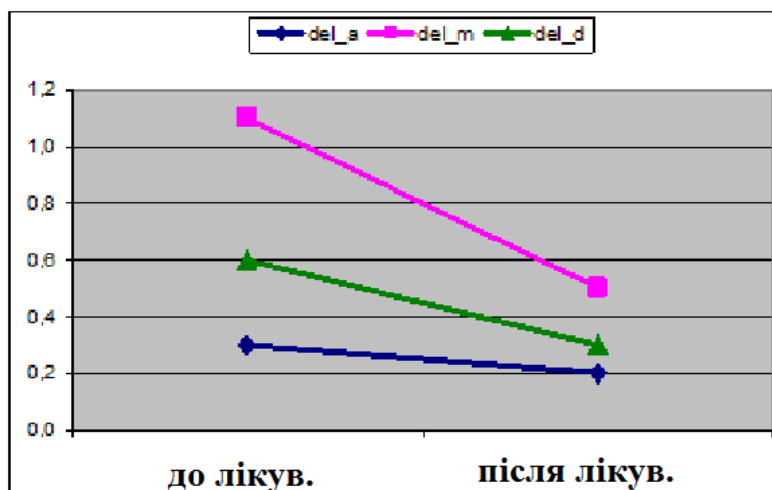


Рис. 28. Тенденції зміни асиметрії суглобових щілин вентрального, медіального та дорсального відділів у пацієнтів кластера 3.

Найнесприятливішим рентгенометричним кластером з огляду на зміну рентгенометричних параметрів після лікування був останній кластер 4. За результатами порівняння рентгенометричних параметрів із параметрами волонтерів, поза нормою залишилися рентгенометричні параметри кута LL, ширини суглобових щілин в вентральному відділі зліва (a_ліворуч), ширини суглобових щілин в дорсальному відділі зліва (d_ліворуч), кута Альбрех-

та_(горизонтально). Виявлені закономірності представлені у вигляді відносних динамік усіх аналізованих показників і мають статус тенденцій (рис. 29).

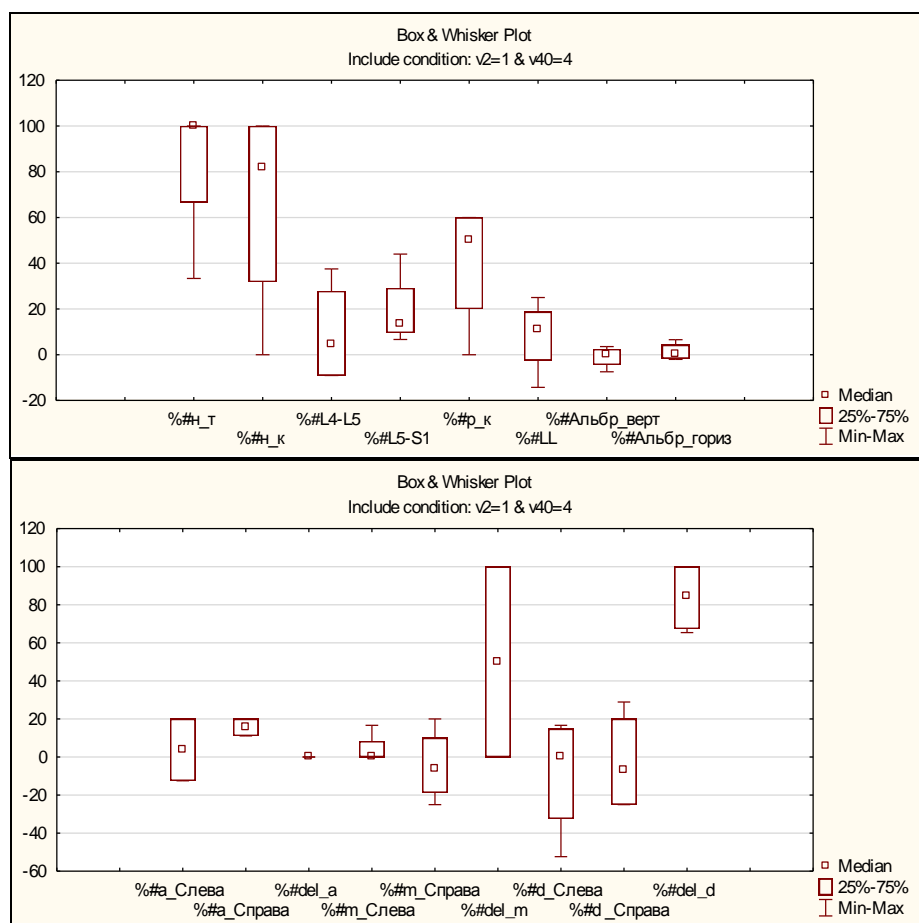


Рис. 29. Коробчасті графіки відносної динаміки (%) досліджуваних показників у пацієнтів кластера 4.

Проте звертає на себе увагу досить переконливий відсоток відносної динаміки показників асиметрії дорсального та медіального відділів, високі значення яких були типові для пацієнтів цієї групи, а також високі відсотки для відносних динамік нахилу таза і крижів.

У пацієнтів усіх рентгенометричних кластерів із артрозом ККС після консервативного лікування зафіксовано вирівнювання ширини суглобових щілин, значне зменшення нахилу таза, крижів, ротації крижів у фронтальній площині та зменшення сегментарного лордозу $L_{IV}-L_V$, L_V-S_I .

Наступним етапом дослідження був аналіз результатів функціональних тестів і болю пацієнтів з артрозом ККС кожного кластера в динаміці до та після консервативного лікування.

У хворих кластера 1 біль зліва до лікування становив $(6,25 \pm 17,68)$ бала, знижуючись після лікування до $(1,25 \pm 3,53)$ бала; біль праворуч — $(42,5 \pm 7,07)$, знижуючись до $(4,37 \pm 4,17)$ балів ($p < 0,05$, КВ). Для оцінювання інтегративного показника позитивних функціональних тестів до та після проведеного лікування розраховано «умовні суми» (УС) як суму відсотків позитивних результатів для кожного тесту ліворуч і праворуч до та після

лікування відповідно. Для ASLR позитивна динаміка розрахована як зважена сума відсотків позитивної динаміки для кожної градації шкали. Як терези використано значення градацій від 1 до 4. Інтеграційна відносна динаміка розраховувалася за формулою:

$$\Delta = (УС_{\text{до лікування}} - УС_{\text{після лікування}}) / УС_{\text{до лікування}} \times 100 \% \quad (3)$$

Характеристика кластера 1: 850 % позитивних функціональних тестів; після лікування – 37,5 % позитивних функціональних тестів; відносна динаміка $\Delta = 95,5 \%$.

Біль зліва до лікування у хворих кластера 2 оцінено у $(20,87 \pm 21,09)$ бала, після лікування $(3,04 \pm 3,91)$ бала; біль праворуч — $(27,39 \pm 21,37)$, після лікування $(3,48 \pm 3,82)$ бала ($p < 0,05$, КВ). Характеристика кластера 2: 890,2 % позитивних функціональних тестів; після лікування – 60,4 % позитивних функціональних тестів; відносна динаміка $\Delta = 93,5 \%$.

Показник болю у хворих кластера 3 зліва до лікування становив $(12,5 \pm 16,9)$ бала, знижуючись після лікування до $(1,88 \pm 3,60)$ бала; біль праворуч — $(33,75 \pm 14,55)$, знижуючись до $(5,00 \pm 4,83)$ бала ($p < 0,05$, КВ). Характеристика кластера 3: 950,0 % позитивних функціональних тестів; після лікування – 18,75 % позитивних функціональних тестів; відносна динаміка $\Delta = 98,5 \%$.

У хворих кластера 4 біль зліва до лікування становив $(17,78 \pm 26,82)$ бала, знижуючись після лікування до $(3,89 \pm 6,97)$ бала; біль праворуч — $(41,11 \pm 23,69)$ і $(7,78 \pm 5,07)$ бала відповідно ($p < 0,05$, КВ). Характеристика кластера 4: 788 % позитивних функціональних тестів; після лікування – 89 %; відносна динаміка $\Delta = 88,7 \%$. З інформації, наведеної в табл. 1, можна зробити висновок, що для пацієнтів усіх кластерів характерна переважна локалізація болю праворуч, проте в осіб кластерів 1 і 3 ця закономірність є найбільш вираженою і зниження болю ($\Delta_{\text{болю, абсолютне}}$) найбільш істотним. У результаті лікування показники болю в пацієнтів усіх кластерів стали досить порівнянними, а розкид значень істотно знизився.

Таблиця 1

Показники функціональних тестів для пацієнтів кластерів 1-4

Кластер	Шкала болю			Решта функціональних тестів	
	до лікування ліворуч / праворуч	після лікування ліворуч / праворуч	$\Delta_{\text{болю, абсолютне}}$ ліворуч / праворуч	до / після (%)	$\Delta_{\text{тестів, відносне}}$ (%)
1	6,25 ± 17,67 / 42,50 ± 7,07	1,25 ± 3,54 / 4,37 ± 4,17	5,0 ± 14,4 / 38,12 ± 7,99	850 / 37,5	95,5
2	20,87 ± 21,09 / 27,39 ± 21,37	3,04 ± 3,91 / 3,48 ± 3,82	17,83 ± 18,02 / 23,91 ± 18,51	890 / 60,4	93,5
3	12,5 ± 16,93 / 33,75 ± 14,55	1,88 ± 3,59 / 5,0 ± 4,83	10,63 ± 14,48 / 28,75 ± 12,71	950 / 18,75	98,5
4	17,78 ± 26,82 / 41,11 ± 23,69	3,89 ± 6,97 / 7,77 ± 5,07	13,89 ± 21,47 / 33,33 ± 19,20	788 / 89	88,7

Аналізуючи інші функціональні тести, виявили, що найбільш «напруженим» за показниками УС були пацієнти кластера 3 (950 %), проте для них відсоток відносної динаміки ($\Delta_{\text{тестів, відносне}}$) був найвищим (98,5 %). Для пацієнтів кластера 4 — навпаки: УС до лікування були мінімальними по відношенню до решти кластерів (788 %), проте найнижчим був і відсоток відносної динаміки (88,7 %).

Всі пацієнти кластера 4 звернулись повторно у терміни 2–4 місяці після закінчення лікування зі скаргами на відновлення ПТБ. Таким пацієнтам було рекомендовано хірургічне лікування.

ВИСНОВКИ

1. На підставі аналітичного огляду літератури було визначено доцільність вивчення опороспроможності ККС та чинників, які впливають на опороспроможність. За даними літератури такими чинниками є присутність в анамнезі операції спондилодеза на рівні L_V-S_I з приводу поперекового остеохондрозу, нижньосегментарний гіперлордоз, асиметрія ширини суглобових щілин, нахил крижі і таза у фронтальній площині, ротація крижі, дегенеративні зміни елементів ККС, порушення БЕА м'язів стабілізаторів ККС і вертикального положення тулуба, ентензопатії зв'язок стабілізаторів ККС.

2. На підставі ретроспективного аналізу історій хвороби доведено, що у більшості пацієнтів, яким було виконано спондилодез на рівні L_V-S_I з приводу поперекового остеохондрозу, у віддаленому післяопераційному періоді (1 рік і більше) зафіксовано розвиток або прогресування клінічних і рентгенологічних ознак остеоартрозу ККС, тобто зміна рухомості хребтового рухового сегмента L_V-S_I призводить до перевантаження елементів ККС.

3. У результаті математичного моделювання доведено, що нижньосегментарний гіперлордоз, асиметрія ширини суглобових щілин, нахил крижі і таза у фронтальній площині, ротація крижі призводить до виникнення значень напружень і деформації, яких достатньо для ушкодження зв'язок стабілізаторів ККС і вертикального положення тіла за умов імітації навантажень, що виникають під час ходьби або бігу.

4. За результатом кластерного аналізу всіх пацієнтів з артрозом ККС розподілено на 4 кластери. Кластеризація була проведена методом k-середніх (евклідова метрика) із використанням пакета програм Statistica Basic Academic 13 for Windows En на попередньо стандартизованих показниках асиметрії ширини суглобових щілин досліджених ділянок.

Для пацієнтів кластера 1 був характерний високий ступінь асиметрії вентрального відділу суглобових щілин ККС та невеликий у медіальному та дорсальному, великий нахил таза та крижі у фронтальній площині, велика ротація крижі. Для пацієнтів кластера 2 був характерний мінімальний ступінь асиметрії у всіх відділах суглобових щілин ККС, невеликий нахил таза та крижі, велика ротація крижі; кластера 3 — високий ступінь асиметрії у медіальному відділі суглобових щілин ККС, невеликий у дорсальному відділі, великий нахил таза та крижі, велика ротація крижі, кластера 4 — великий ступінь асиметрії у дорсальному відділі суглобових щілин ККС, мінімальний у

вентральному та медіальному відділах, невеликий нахил таза і крижі, невелика ротація крижі.

Величина асиметрії ширини суглобових щілин в 1,0 мм є найкращим поєднанням чутливості та специфічності між волонтерами та пацієнтами з артрозом ККС, тобто цей рівень має бути використаним як діагностичний розділовий рівень.

У всіх пацієнтів з артрозом ККС визначено значне збільшення сегментарного лордозу L_V-S_I , суміжного до ККС сегмента, порівняно з волонтерами. У пацієнтів рентгенометричних кластерів 1, 2 і 3 виявлено збільшений сегментарний лордоз $L_{IV}-L_V$ порівняно з волонтерами. У пацієнтів рентгенометричного кластера 2, найбільш математично сприятливого, визначено таку саму середню величину поперекового лордозу в положенні стоячи, як і у волонтерів. У пацієнтів рентгенометричних кластерів 1, 3 та найбільш несприятливого 4 спостерігалось сплющення поперекового лордозу в положенні стоячи в порівнянні з волонтерами, незважаючи на нижньосегментарний гіперлордоз.

5. У всіх пацієнтів з артрозом ККС на рентгенограмах таза у фронтальній площині визначено дегенеративні зміни в ділянці суглобових щілин ККС. У пацієнтів найбільш математично і біомеханічно сприятливого кластера 2 зареєстровано найбільший відсоток розвитку остеофітів, а найбільш несприятливого кластера 4 — найбільш виражені кісткові містки.

6. Найбільшу розбіжність БЕА м'язів стабілізаторів ККС у пацієнтів з артрозом ККС з показниками БЕА цих м'язів у волонтерів встановлено в пацієнтів найбільш несприятливого кластера 4, меншу — кластера 3, потім — кластера 1. У пацієнтів найбільш сприятливого кластера 2 відмінностей показників БЕА цих м'язів з показниками БЕА м'язів волонтерів не виявлено.

Доведено, що чим більше виражений ступінь асиметрії ширини суглобових щілин ККС, тим більше виражені зміни БЕА м'язів стабілізаторів ККС.

БЕА м'язів стабілізаторів ККС залежить від сторони локалізації болю в пацієнтів рентгенометричних кластерів 1 і 2, не залежить у пацієнтів кластерів 3 і 4. У пацієнтів цих кластерів рентгенометричні параметри обумовлювали кумулятивну мікротравматизацією зв'язок, які натягуються під вагою тіла, тому біль не впливав на БЕА м'язів стабілізаторів.

7. На підставі аналітичного огляду літератури, результатів математичного моделювання НДС в системі «поперековий відділ хребта – крижі – таз», рентгенометричної верифікації результатів математичного моделювання у волонтерів і пацієнтів з артрозом ККС, результатів БЕА м'язів стабілізаторів ККС створена концептуальна модель патогенезу артрозу ККС.

8. На підставі отриманих даних проспективного рентгенометричного дослідження 2-х груп пацієнтів (50 та 51 особа) з артрозом ККС створена рентгенологічна структурно-функціональна класифікація артрозу ККС.

9. На підставі отриманих даних створена методика неінвазивної діагностики артрозу ККС та прогнозування його перебігу, що включає в себе не лише дані клінічного дослідження, а й чіткі рентгенометричні параметри.

Уперше чітко визначено показання до хірургічного лікування хворих на артроз ККС на підставі кластерного аналізу рентгенометричних параметрів та результатів консервативного лікування. Було визначено найбільш несприятливий рентгенометричний тип (кластер). Цим кластером виявився кластер 4, для якого була характерна велика асиметрія ширини суглобових щілин в дорсальному відділі (більше 1 мм.), невелика асиметрія в медіальному та вентральному відділах (менше 1 мм.). При цьому було з'ясовано, по-перше, що залежність показників асиметрії ширини суглобових щілин досліджених ділянок від одержаного розподілу за кластерами мала статистично значущий характер (критерій Краскела-Уолліса), й, по-друге, що показники асиметрії пацієнтів, віднесених до 4-го кластера, відрізнялися від аналогічних показників всіх інших кластерів на статистично значущому рівні (критерій Манна-Уїтні). При консервативному лікуванні у всіх хворих 4 кластера була мінімальна, та нестійка динаміка як рентгенологічних змін, так і клінічних, а в терміни 2-4 місяця після лікування всі ці пацієнти звернулись повторно з ПТБ. На підставі цих фактів пацієнтам цього кластера необхідно пропонувати оперативне лікування.

10. Розроблено систему комплексного відновного лікування пацієнтів з артрозом ККС на основі даних математичного моделювання, рентгенометричних, електроміографічних досліджень, розробленої концептуальної моделі артрозу ККС.

У всіх пацієнтів після комплексного консервативного лікування спостерігалось зменшення асиметрії ширини суглобових щілин, нахилу таза і крижі у фронтальній площині, ротації крижі і сегментарного лордозу $L_{IV}-L_{VI}$, $L_{V}-S_1$. При цьому величина поперекового лордозу LL в положенні стоячи могла як збільшуватися, так і зменшуватися.

У пацієнтів 1, 2, 3 кластерів визначено суттєве зменшення інтенсивності болю, зменшення або зникнення болю під час проведення всіх функціональних тестів після комплексного консервативного лікування, що свідчить про розвантаження перевантажених елементів ККС і відновленню опороспроможності ККС. У пацієнтів рентгенометричного кластера 4 (асиметрія ширини суглобових щілин ККС в дорсальних відділах більше ніж 1 мм), найбільш несприятливого з огляду на біомеханіку та кластерного аналізу, виявлено мінімальну позитивну динаміку інтенсивності болю і функціональних порушень порівняно з пацієнтами інших кластерів. Всі пацієнти цього кластера повторно звернулись з ПТБ у терміни 2-4 місяця. Таким пацієнтам, зважаючи на неефективність консервативного лікування, слід рекомендувати хірургічне лікування.

СПИСОК РОБІТ, ОПУБЛІКОВАНИХ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

1. Продан А. И. Позвоночно-тазовая боль при беременности: терминология, классификация и эпидемиология / А. И. Продан, К. В. Беренов, В. А. Колесниченко, В. А. Стауде // Ортопедия, травматология и протезирование. – 2007. – № 1. – С. 103-109.

Автор особисто проаналізував літературу щодо проблеми хребтово-тазового болю у вагітних жінок і систематизував наявні терміни, якими

визначають хребтово-тазовий біль.

2. Продан А. И. Позвоночно-тазовая боль при беременности: патогенез и факторы риска / А. И. Продан, К. В. Беренов, В. А. Колесниченко, **В. А. Стауде** // Ортопедия, травматология и протезирование. – 2007. – № 2. – С. 108-114.

Автор особисто проаналізував літературу щодо проблеми хребтово-тазового болю у вагітних жінок.

3. Продан А. И. Позвоночно-тазовая боль при беременности: клиника, диагностика и лечение / А. И. Продан, К. В. Беренов, В. А. Колесниченко, **В. А. Стауде** // Ортопедия, травматология и протезирование. – 2007. – № 4. – С. 129-137.

Автор особисто узагальнив дані літератури щодо проблеми діагностики та лікування хребтово-тазового болю у вагітних жінок.

4. Продан О. І. Біомеханічні аспекти патогенезу попереково-тазового болю у вагітних жінок / О. І. Продан, К. В. Беренов, **В. А. Стауде**, М. Ю. Карпінський, О. Д. Карпінська // Ортопедия, травматология и протезирование. – 2009. – № 4 (577). – С. 68-72.

Автором вивчено стан проблеми щодо біомеханічних аспектів виникнення попереково-тазового болю у вагітних жінок, підготовлено публікацію до друку.

5. Продан А. И. Классификация и диагностика пояснично-тазовой боли у беременных женщин / А. И. Продан, К. В. Беренов, **В. А. Стауде**, Е. Д. Карпинская // Ортопедия, травматология и протезирование. – 2010. – № 1 (578). – С. 17-22.

Автор виявив і системазував наявні класифікації попереково-тазового болю у вагітних жінок.

6. **Стауде В. А.** Численное моделирование и анализ напряженно-деформированного состояния крестцово-подвздошного сочленения при различных вариантах поясничного лордоза / **В. А. Стауде**, А. В. Кондратьев, М. Ю. Карпинский // Ортопедия, травматология и протезирование. – 2012. – № 2 (587). – С. 50-56.

Автор взяв участь у розробленні математичної моделі ККС, аналізі результатів дослідження, підготував публікацію до друку.

7. **Стауде В. А.** Численное моделирование и анализ напряженно-деформированного состояния кинематической цепи «поясничный отдел позвоночника – крестец – таз» при одностороннем блокировании крестцово-подвздошного сочленения / **В. А. Стауде**, А. В. Кондратьев, М. Ю. Карпинский // Ортопедия, травматология и протезирование. – 2012. – № 4 (589). – С. 13-19.

Авторові належить ідея розроблення математичної моделі, він взяв участь в її створенні й інтерпретації результатів.

8. **Стауде В. А.** Численное моделирование и анализ напряженно-деформированного состояния кинематической цепи «поясничный отдел позвоночника – крестец – таз» с учетом основных связей крестцово-подвздошного сустава / **В. А. Стауде**, А. В. Кондратьев, М. Ю. Карпинский // Ортопедия, травматология и протезирование. – 2015. – № 1 (598). – С. 34-41.

Авторові належить ідея розроблення математичної моделі, він взяв участь в її створенні й інтерпретації результатів.

9. Корж Н. А. Напряженно-деформированное состояние кинематической цепи «поясничный отдел позвоночника – крестец – таз» при асимметрии суставных щелей крестцово-подвздошного сустава / Н. А. Корж, **В. А. Стауде**, А. В. Кондратьев, М. Ю. Карпинский // Ортопедия, травматология и протезирование. – 2015. – № 3 (600). – С. 5-13.

Авторові належить ідея розроблення математичної моделі, він взяв участь в її створенні й інтерпретації результатів.

10. Корж Н. А. Напряженно-деформированное состояние системы «поясничный отдел позвоночника – крестец – таз» при фронтальном наклоне таза / Н. А. Корж, **В. А. Стауде**, А. В. Кондратьев, М. Ю. Карпинский // Ортопедия, травматология и протезирование. – 2016. – № 1 (602). – С. 54- 61.

Авторові належить ідея розроблення математичної моделі, він взяв участь в її створенні, інтерпретації результатів.

11. **Стауде В. А.** Рентгенометрические параметры крестца и таза, влияющие на позвоночно-тазовый баланс во фронтальной плоскости, у здоровых волонтеров / **В. А. Стауде**, Е. Б. Радзишевская, Р. В. Златник // Ортопедия, травматология и протезирование. – 2017. – № 2 (607). – С. 52-61.

Автор особисто розробив дизайн проспективного дослідження, провів рентгенометрію в пацієнтів, проаналізував отримані результати.

12. **Стауде В. А.** Рентгенометрические параметры крестца и таза у пациентов с дисфункцией крестцово-подвздошного сустава, влияющие на позвоночно-тазовый баланс во фронтальной плоскости / **В. А. Стауде**, Е. Б. Радзишевская, Р. В. Златник // Ортопедия, травматология и протезирование. – 2017. – № 3 (608). – С. 54-62.

Автор особисто розробив дизайн проспективного дослідження, виміряв усі рентгенометричні параметри волонтерів, проаналізував отримані результати.

13. **Стауде В. А.** Особенности функционирования мышц – глобальных стабилизаторов у лиц с асимметричным расположением таза и крестца во фронтальной плоскости. Сообщение 1. Исследование активности m. erector spinae / **В. А. Стауде**, И. В. Котульский, Д. Р. Дуплий, Е. Д. Карпинская // Травма. – 2017. – Т. 18, Вып. 4. – С. 63-76.

Автор особисто провів аналіз літератури, розробив дизайн дослідження, провів рентгенометрію й аналіз результатів.

14. **Стауде В. А.** Особенности функционирования мышц – глобальных стабилизаторов у лиц с асимметричным расположением таза и крестца во фронтальной плоскости. Сообщение 2. Исследование активности m. gluteus medius, m. obliquus externus, m. biceps femoris, m. rectus femoris. / **В. А. Стауде**, И. В. Котульский, Д. Р. Дуплий, Е. Д. Карпинская // Травма. – 2017. – Т. 18, Вып. 5. – С. 64-72.

Автор особисто проаналізував джерела літератури, розробив дизайн дослідження, провів рентгенометрію й аналіз результатів.

15. **Стауде В. А.** Денегеративные изменения в крестцово-

подвздошном суставе у пациентов с его дисфункцией / **В. А. Стауде**, Е. Б. Радзишевская, Р. В. Златник // Ортопедия, травматология и протезирование. – 2018. – № 2 (611). – С. 22-27.

Автор особисто провів інформаційно-науковий пошук, розробив дизайн дослідження, проаналізував рентгенограми та узагальнив результати.

16. Корж Н. А. Взаимосвязь рентгенометрических параметров нижнесегментарного лордоза и опороспособности крестцово-подвздошного сустава у больных с его дисфункцией при консервативном лечении / Н. А. Корж, **В. А. Стауде**, Е. Б. Радзишевская // Ортопедия, травматология и протезирование. – 2018. – № 3 (612). – С. 29-38.

Автор особисто пролікував пацієнтів з артрозом ККС, розробив дизайн дослідження, провів рентгенометрію й аналіз результатів.

17. **Стауде В. А.** Рентгенометрические параметры нижнесегментарного лордоза поясничного отдела позвоночника и их взаимосвязь с наклоном таза и крестца во фронтальной плоскости у пациентов с дисфункцией крестцово-подвздошного сустава / **В. А. Стауде**, Е. Б. Радзишевская, Р. В. Златник // Ортопедия, травматология и протезирование. – 2018. – № 4 (613). – С. 31-40.

Автор особисто провів аналіз літератури, розробив дизайн дослідження, виконав рентгенометрію й аналіз результатів.

18. **Стауде В. А.** Биоэлектрическая активность мышц-стабилизаторов крестцово-подвздошного сустава у пациентов с дисфункцией этого сустава / **В. А. Стауде**, Е. Б. Радзишевская, Д. Р. Дуплий // Травма. – 2018. – Т. 19, Вып. 4. – С. 29-40.

Автор особисто розробив дизайн дослідження, виконав клінічне та рентгенометричне обстеження хворих й аналіз та інтерпретацію результатів.

19. **Стауде В. А.** Влияние боли на функционирование мышц-стабилизаторов крестцово-подвздошного сустава у пациентов с дисфункцией этого сустава / **В. А. Стауде**, Е. Б. Радзишевская, Д. Р. Дуплий // Травма. – 2018. – Т. 19, Вып. 5. – С. 87-94.

Автор особисто розробив дизайн дослідження, провів клінічне та рентгенометричне обстеження хворих на артроз ККС, узагальнив результати.

20. **Стауде В. А.** Оцінка зміни статографічних параметрів і сили м'язів у хворих на дисфункцію крижово-клубового суглоба після проведення спеціальної гімнастики / **В. А. Стауде**, О. Д. Карпінська // Травма. – 2018. – Т. 19, Вып. 6. – С. 39-49.

Автор особисто розробив дизайн дослідження, запропонував технологію гімнастики, виконав клінічне обстеження, аналіз й інтерпретацію результатів.

21. **Стауде В. А.** Динамика провокативных тестов и боли у пациентов с дисфункцией крестцово-подвздошного сустава при консервативном лечении / **В. А. Стауде**, Е. Б. Радзишевская // Проблемы непрерывной медицинской освіти та науки. – 2018. – № 3 (30). – С. 58-66.

Автор особисто розробив дизайн дослідження, провів клінічне обстеження пацієнтів, проаналізував результати.

22. **Стауде В. А.** Дегенеративные изменения крестцово-подвздошного сустава у пациентов после спондилодеза позвоночного двигательного сегмента

L_V-S_I. / **В. А. Стауде**, Е. Б. Радзишевская, Р. В. Златник // Ортопедия, травматология и протезирование. — 2019. — № 1 (614). — С. 14-18.

Автор особисто розробив дизайн дослідження, проаналізував рентгенограми, сформулював висновки.

23. **Стауде В. А.** Мануальная терапия у больных с дисфункцией крестцово-подвздошного сустава / **В. А. Стауде**, Е. Д. Карпинская // Травма. — 2019. — Т 20, Вып. 1. — С. 52–57.

Автор особисто розробив дизайн дослідження та технологію мануальної терапії, виконав клінічне обстеження пацієнтів, мануальну терапію, аналіз й інтерпретацію результатів.

24. Пат. 44444 Україна, МПК А61Н 1/02, А61F 5/04 (2009). Спосіб усунення вивиху і підвивиху крижово-клубового зчленування / **Стауде В. А.**, Продан О. І., Прочан В. М., Беренов К. В.; заявник і патентовласник **Стауде Володимир Анатолійович**. — № u 200902054; заявл. 10.03.2009; опубл. 12.10.2009, Бюл. № 19.

Автору належить ідея винаходу, він провів інформаційно-аналітичний пошук, розробив формулу винаходу.

25. Пат. 54659 Україна, МПК А61Н 1/02, А61F 5/04 (2009). Спосіб лікування вивиху і підвивиху крижово-клубового зчленування / **Стауде В. А.**, Продан О. І., Євдокименко В. І., Без'язична О. В.; заявник і патентовласник ДУ «Інститут патології хребта та суглобів ім. проф. М.І.Ситенка НАМН України». — № u 201003292; заявл. 22.03.2010; опубл. 25.11.2010, Бюл. № 22.

Автору належить ідея винаходу, він провів інформаційно-аналітичний пошук, розробив формулу винаходу.

26. Пат. 59095 Україна, МПК А61Н 1/02 (2006.01). Спосіб профілактики або лікування дегенеративних захворювань хребта при гіпер- або гіполордозі / **Стауде В. А.**, Продан О. І., Беренов К. В.; заявник і патентовласник ДУ «Інститут патології хребта та суглобів ім. проф. М.І.Ситенка НАМН України». — № u 201008957; заявл. 19.07.2010; опубл. 10.05.2011, Бюл. № 9.

Автору належить ідея винаходу, він провів інформаційно-аналітичний пошук, розробив формулу винаходу.

27. Пат. 68213 Україна, МПК А61Н 1/00, А61В 8/00 (2012.01). Спосіб лікування функціонального блока і підвивиху крижово-клубового зчленування / **Стауде В. А.**, Євдокименко В. І., Без'язична О. В.; заявник і патентовласник ДУ «Інститут патології хребта та суглобів ім. проф. М.І.Ситенка НАМН України». — № u 201106449; заявл. 23.05.2011; опубл. 26.03.2012, Бюл. № 6.

Автору належить ідея винаходу, автор провів аналіз літератури та розробив формулу винаходу.

28. Пат. 134650 Україна, А61В 5/00, G03В 42/02 (2006.01). Спосіб діагностики дисфункції крижово-клубового суглоба хребта / **Стауде В. А.**, Златник Р. В.; заявник і патентовласник ДУ «Інститут патології хребта та суглобів ім. проф. М.І.Ситенка НАМН України». — № u201900047; заявл. 02.01.2019; опубл. 27.05.2019, Бюл. № 7.

Автору належить ідея винаходу, він провів аналіз літератури та розробив

формулу винаходу, особисто зробив рентгенометрію

29. Златник Р. В. Рентгенометрична діагностика дисфункції крижово-клубового суглоба / Р. В. Златник, **В. А. Стауде**, Є. Б. Радзішевська // Журнал Радіологічний вістник. — 2019. — № 1-2 (70-71). — С. 93.

Автор особисто розробив дизайн дослідження, виконав рентгенометрію, провів інтерпретацію отриманих результатів.

30. **Стауде В. А.** Мануальна терапія у хворих на артроз крижово-клубового суглоба / **В. А. Стауде**, О. Д. Карпінська: збірник наукових праць XVIII з'їзду ортопедів-травматологів України (9-11 жовтня 2019, Івано-Франківськ) / НАМН України, ВГО «Українська асоціація ортопедів-травматологів». — Івано-Франківськ, 2019. — С. 140–141.

Автор особисто розробив дизайн дослідження, технологію мануальної терапії, провів лікування хворих на артроз ККС та проаналізував результати.

31. **Staude V. A.** X-ray parameters of sacrum and pelvis in frontal plane in patients with sacroiliac joint dysfunction / **V. A. Staude**, Y. B. Radzishavska, R. V. Zlatnik: Proceeding of 10th Interdisciplinary World Congress on Low Back & Pelvic Pain, Applying the evidence to reduce disability (28-31 October 2019). — Antwerp, Belgium, 2019. — P. 345-346.

Автор особисто розробив дизайн проспективного дослідження, виконав рентгенометрію, провів інтерпретацію отриманих результатів.

АНОТАЦІЯ

Стауде В.А. Артроз крижово-клубових суглобів: патогенез, діагностика, прогнозування та лікування. – На правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора медичних наук за спеціальністю 14.01.21 – травматологія та ортопедія. – Державна установа «Інститут патології хребта та суглобів імені професора М.І.Ситенка Національної академії медичних наук України», Харків, 2020.

Роботу присвячено покращенню діагностики та результатів лікування пацієнтів із артрозом крижово-клубових суглобів (ККС) на підставі математичного моделювання впливу факторів, які обумовлюють порушення їхньої опороспроможності з подальшою верифікацією отриманих даних під час функціонального рентгенологічного дослідження пацієнтів із вказаною патологією.

У результаті математичного моделювання доведено, що нижньосегментарний гіперлордоз, асиметрія ширини суглобових щілин, нахил крижі й таза у фронтальній площині, ротація крижі призводить до виникнення значень напружень і деформації, яких достатньо для ушкодження зв'язок стабілізаторів ККС.

У пацієнтів з артрозом ККС у результаті функціонального рентгенометричного дослідження виявлено нижньосегментарний гіперлордоз, асиметрію ширини суглобових щілин, нахил крижі й таза у фронтальній площині, ротацію крижі. За результатом кластерного аналізу найбільш несприятливий прогноз визначено для пацієнтів із великим ступенем асиметрії в дорсальному відділі суглобових щілин ККС, мінімальним у вентральному та медіальному відділах. У них спостерігали найбільшу розбіжність показників біоелектричної активності м'язів стабілізаторів ККС з показниками волонтерів. У разі консервативного лікування у цих хворих була мінімальна та нестійка динаміка функціональних рентгенометричних параметрів і клінічної картини.

На підставі отриманих результатів створена методика неінвазивної діагностики артрозу ККС та прогнозування його перебігу, що включає в себе не лише дані клінічного дослідження, а й чіткі рентгенометричні параметри.

Розроблено систему комплексного відновного лікування пацієнтів з артрозом ККС, визначені критерії для консервативного та хірургічного лікування.

Ключові слова: артроз, крижово-клубовий суглоб, нахил крижі, нахил таза, асиметрія ширини суглобових щілин, біоелектрична активність м'язів, зв'язки, симетрична гімнастика.

АННОТАЦИЯ

Стауде В.А. Артроз крестцово-подвздошных суставов: патогенез, диагностика, прогнозирование и лечение. – На правах рукописи.

Диссертация на соискание ученой степени доктора медицинских наук по специальности 14.01.21 – травматология и ортопедия. – Государственное учреждение «Институт патологии позвоночника и суставов имени профессора М.И.Ситенко Национальной академии медицинских наук Украины», Харьков, 2020.

Артроз крестцово-подвздошных суставов (КПС) проявляется поясничной и тазовой болью, дифференцировать которую с клиническими проявлениями поясничного остеохондроза сложно. Признано, что именно КПС является источником поясничной боли у 53 % больных, а пояснично-тазовой — у 10-27 %. Неопределенность диагностических критериев артроза КПС приводит к низкой эффективности его лечения с сохранением стойкого болевого синдрома, ограничением двигательной активности туловища и нижних конечностей. Основной причиной возникновения этой боли является нарушение опороспособности КПС. Основными факторами, которые влияют на опороспособность КПС, являются асимметрия ширины суставных щелей КПС, наклон крестца, таза во фронтальной плоскости, ротация крестца, поясничный нижнесегментарный гиперлордоз, наличие в анамнезе операции спондилодеза на уровне L_V-S_I , нарушение координированного мышечного сокращения и возникновение энтезопатий связок стабилизаторов КПС.

Основной целью исследования было усовершенствовать диагностику, установить критерии прогнозирования развития и разработать систему восстановительного лечения артроза КПС на основании разработанной концепции сано- и патогенеза заболевания.

Предметом исследования были: математическая модель артроза КПС, рентгенометрические параметры крестца, таза, поясничного нижнесегментарного лордоза у больных с артрозом КПС до и после консервативного лечения, дегенеративные изменения элементов КПС и биоэлектрическая активность (БЭА) мышц стабилизаторов КПС пациентов с артрозом сустава, дегенеративные изменения элементов КПС в сроки 6 месяцев, 1 год и более после операции спондилодеза на уровне L_V-S_I , диагностика, классификация, прогнозирование развития и лечение артроза КПС.

Модель сано- и патогенеза артроза КПС разработана на основе выявленных закономерностей воздействия всех факторов на опороспособность сустава.

Проведено проспективное исследование 101 пациента с артрозом КПС, отобранных по рекомендованному «European guide lines for the diagnosis and treatment of pelvic girdle pain» протоколу клинического диагностического обследования. Всем пациентам выполнена рентгенография пояснично-крестцового отдела в положении стоя. На полученных рентгенограммах измеряли асимметрию ширины суставных щелей КПС, наклон таза, крестца во

фронтальной плоскости, ротацию крестца, поясничный лордоз и нижнесегментарный поясничный лордоз. С помощью кластерного анализа пациентов разделили на 4 рентгенометрических кластера. Наиболее неблагоприятный прогноз был у пациентов кластера 4, у которых наблюдалась большая степень асимметрии ширины суставных щелей в дорсальном отделе КПС, минимальная асимметрия в вентральном и медиальном. У пациентов этого кластера наблюдали максимальную разницу показателей БЭА мышц стабилизаторов КПС с показателями у волонтеров. При консервативном лечении у всех пациентов кластера 4 была минимальная и нестойкая динамика как рентгенологических изменений, так и клинической картины.

На основе полученных данных разработана методика неинвазивной диагностики артроза КПС и прогнозирования его развития, которая включает в себя не только данные клинического обследования, но и четкие рентгенометрические параметры, отражающие нарушение опороспособности сустава.

Разработана система комплексного восстановительного лечения пациентов с артрозом КПС, определены рентгенометрические критерии для назначения консервативного и оперативного лечения.

Ключевые слова: артроз, крестцово-подвздошный сустав, наклон крестца, наклон таза, асимметрия ширины суставных щелей, биоэлектрическая активность мышц, связки, симметричная гимнастика.

SUMMARY

Staude V. A. Arthrosis of the sacroiliac joints: pathogenesis, diagnosis, prognosis and treatment. – Qualification research work printed as a manuscript.

Dissertation for the degree of Doctor of Medical Sciences following specialty 14.01.21 – Traumatology and Orthopedics. – SI «Sytenko Institute of Spine and Joints Pathology National Academy of Medical Sciences of Ukraine», Kharkiv, 2020.

The study is devoted to the improvement of the diagnosis and the results of treatment of patients with the sacroiliac joints (SIJ) arthrosis. The study based on finite element model of the SIJ. By means the finite element model, we made a study of influence of factors, which changed SIJ stability. Then these results were verified through the X-ray examination of patients with SIJ arthrosis. By means the finite element model, it was proved that the asymmetry of the SIJ gap width, the pelvis and the sacrum tilt, the rotation of the sacrum in the frontal plane, the lower lumbar segmental hyperlordosis are accompanied by overloading of the SIJ ligaments. Through X-ray examination, we found that, all patients with SIJ arthrosis have the asymmetry of the SIJ gap width, the pelvis and the sacrum tilt, the rotation of the sacrum in the frontal plane, the lower lumbar segmental hyperlordosis. Using cluster analysis, all patients were divided into 4 X-ray clusters. Patients of the 4-th cluster have mathematically unfavorable prognosis. Patients of this cluster have a large asymmetry of the SIJ gaps width in the dorsal part, minimal in the ventral and medial parts. Patients of the 4-th cluster have the greatest discrepancy of indices of bioelectrical activity of muscles, which stabilized SIJ with the normal indices of muscles of volunteers. After conservative treatment patients of cluster 4 have the lowest percentage of relative dynamics of functional X-ray parameters and unstable clinical result.

A noninvasive technique for the diagnosis of SIJ arthrosis and prognosis SIJ arthrosis progress was developed. This technique included clinical examination data and functional X-ray parameters.

A complex system of rehabilitation treatment of patients with SIJ arthrosis was developed. The criteria, which are the indications for surgical and conservative treatment, were developed.

Key words: arthrosis, sacroiliac joint, sacral base tilt, pelvis tilt, asymmetry of the joint gap width, bioelectrical activity of muscles, ligaments, symmetrical gymnastics.

**ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ,
СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ**

- БЕА – біоелектрична активність
ВАШ – візуальна аналогова шкала
ЕМГ – електроміографія
ККС – крижово-клубовий суглоб
КТ – комп'ютерна томографія
МРТ – магнітно-резонансна томографія
НДС – напружено-деформований стан
ПТБ – попереково-тазовий біль
ХРС – хребтово-руховий сегмент
SS – крижово-остьова зв'язка (*lig. sacrospinale*)
ST – крижово-горбова зв'язка (*lig. sacrotuberale*)