

ДИНАМІЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ХОДЬБИ ЛЮДИНИ ПРИ КОМБІНОВАНІЙ КОНТРАКТУРІ КУЛЬШОВОГО СУГЛОБА

*Тяжелов О.А., *Карпінська О.Д.,**Браніцький О.Ю.

**ДУ "Інститут патології хребта та суглобів ім. проф. М.І. Ситенка НАМН України",
Харків. Україна

*Вінницький національний медичний університет ім. М.І. Пірогова, Вінниця. Україна

Вступ. Коксартроз є найбільш поширеною формою захворювання кульшового суглоба. Остеоартроз кульшового суглоба (коксартроз) грає ключову роль у зниженні рухової активності населення. Хоча остеоартроз вважають віковою проблемою, за статистикою після 40 років такий діагноз ставлять одному з 10, після 60 років – одному з трьох пацієнтів, а у віці після 70 років коксартроз виявляють у 80 % випадків. Основною скаргою при коксартрозі є біль, характер, інтенсивність, тривалість та локалізація якої залежить від стадії дистрофічного процесу. При I стадії КА біль виникає тільки при тривалому навантаженні і проходить після відпочинку, амплітуда рухів та сила м'язів не змінюється, ходьба не порушується. При II стадії болі носять більш інтенсивний характер, виникають у спокої. Після тривалої ходьби виникає кульгавість. Відмічають перші порушення функції суглоба: по-перше обмежується внутрішня ротація та відведення стегна, тобто формується згинально-привідна контрактура. Знижується сила м'язів, відповідних за відведення та розгинання стегна, відмічають їх гіпотонію та гіпотрофію. При III стадії болі носять постійний характер. При ходьбі хворі вимушені користуватися тростиною. Відмічається різке обмеження всіх рухів у суглобі (згинально-привідна контрактура), гіпотрофія сідничних м'язів, м'язів стегна та гомілки. Згинально-привідна контрактура викликає збільшення нахилу тазу та поперекового лордозу. Нахил тазу у фронтальній площині, пов'язаний зі слабкістю відвідних м'язів стегна, призводить до функціонального скорочення кінцівки на боці ураження. Хворий вимушений наступати на пальці стопи, щоб дістатися опори, та нахилити тулуб в уражений бік при ходьбі для компенсації нахилу тазу та вкорочення кінцівки. Такий механізм компенсації веде до переміщення центру ваги й перевантаженню суглоба. Біомеханічні зміни у суглобі та загалом всього опорно-рухового апарату людини описані багатьма авторами в медичних довідниках, але у численних джерелах ми не виявили особливостей зміни м'язової сили із розвитком контрактур та вплив контрактур на параметри ходьби. Одним з інструментів вивчення ролі м'язів при ходьбі в умовах ортопедичної патології є динамічне моделювання. Одним з популярних пакетів є OpenSim. Моделювання ходьби при патології кульшового суглоба неодноразово розглядалися авторами за допомогою цього програмного продукту.

Мета роботи. Провести математичне моделювання для оцінки сили м'язів нижньої кінцівки, необхідної для здійснення нормального кроку, при контрактурі кульшового суглоба, яка розвивається при III стадії коксартрозу.

Матеріали та методи. Моделювання ходьби проводили у програмній системі OpenSim. В якості базової моделі була взята модель gait2394. В базовій моделі була змодельована комбінована контрактура кульшового суглоба шляхом обмеження рухів в різних площинах: флексія (0/20/70)°, ротація (1/0/1)°; абдукція – (5/0/15)°. Приведені порівняння сили м'язів нижніх кінцівок при ходьбі нормалізованої моделі й моделі з контрактурою.

Результати. При ходьбі м'язи виконують переважно згинально-розгинальні рухи, амплітуда яких не перевищує 50-60° при мінімальному приведенні/відведенні. При розвинених контрактурах кульшового суглоба на ходьбу повинно більше впливати недостатність м'язів, відповідних за згинання та розгинання нижньої кінцівки. Аналізували роботу м'язів за зонами їх розташування - задньої та передньої поверхні стегна, медіальні м'язи стегна та сідничні.

За даними, отриманими при моделюванні привідних та згинально-привідних контрактур кульшового суглоба, можна відмітити той факт, що контрактура змінює роботу

м'язів не тільки навколо кульшового суглоба, а й всієї нижньої кінцівки. Відмічене, що моделювання тільки привідної контрактури викликає помітні зміни довгого м'яза *m.add.longus* внутрішньої групи м'язів стегна та м'яза *m. Tensorfasciae latae* – стабілізатора стегна. З м'язів задньої групи стегна найбільш підпадають до зміни роботи *m.Semimembranosus*, *m.Semitendinosus* та *m.bicepsfemoris*. Вказані м'язи змінюють рівень навантаження, а головне, зміщується періоди збудження і релаксації м'язів, у порівнянні з моделлю 1 (норма). Але, що було виявлено цікаве – це значне спотворення роботи всіх м'язів гомілки, відповідних за згинання гомілки, стопи та пальців стопи. Моделювання комбінованої згинально-привідної контрактури показало, що порушення в роботі м'язів збільшуються, і до м'язів, в яких додатково відбулися помітні зміни, додався *m.Sartorius* – м'яз передньої групи стегна. У м'язах гомілки порушення значно зросли у вигляді зміщення періодів збудження та релаксації.

Збільшення важкості згинально-привідної контрактури з додатковим вкороченням кінцівки викликали суттєві зміни в роботі всіх м'язів, які вивчали. Розрахунки показали зростання необхідної для виконання кроку сили м'язів у декілька разів, особливо для м'язів задньої поверхні нижньої кінцівки. В роботі м'язів практично зникли періоди релаксації, тобто при ходьбі вони постійно знаходяться у напруженому стані. Крім того, до м'язів нижньої кінцівки додалися м'язи внутрішньої групи тазу - *m. Psoas* та *m. Psoasmajor* – відповідних за нахил тулуба. За результатами моделювання виявлено, що при змодельованій привідній та незначній згинально-привідній контрактурі відбуваються зміни у всіх м'язах нижньої кінцівки, зміщуються періоди їх збудження та релаксації, але рівень напруження м'язів знаходить близько до нормальних значень – не перевищуючої їх на 50 %. Значна згинальнопривідна контрактура призводить до спотворення параметрів м'язів у вигляді розвитку надмірних навантажень для здійснення кроку (до 100 – 300 %), що звичайно, не може відбуватися в реальних умовах. Нездатність м'язів розвивати необхідні зусилля призводить до зміни параметрів кроку у вигляді зменшення довжини кроку та тривалості періодів опори на стопу, зміни характеру переносу стопи, тощо.

Висновки. Контрактура кульшового суглоба призводить до зміни анатомічних співвідношень суглоба, що веде до значного порушення роботи м'язів. За даними, отриманими при моделюванні комбінованої контрактури кульшового суглоба, було доведено, що страждають не тільки м'язи стегна, а й м'язи всієї нижньої кінцівки. Більш всього страждають м'язи, відповідні за згинання стегна при переносі стопи – це м'язи передньої та задньої поверхонь стегна, і порушення в їх роботі веде до зміни функціонування м'язів навколо колінного суглоба і нижче – навколо над'яtkово-гомілкового суглоба та стопи. Вкорочення кінцівки через згинальну контрактуру веде до значного перенапруження м'язів сідничної групи, відповідних за підтримку рівноваги. Отже, контрактура кульшового суглоба впливає на роботу м'язів всієї нижньої кінцівки.