

СПІВВІДНОШЕННЯ ВНУТРІШНЬОСУГЛОБОВОГО ТИСКУ ТА ОБ'ЄМУ ПОРОЖНИНИ ЛІКТЬОВОГО СУГЛОБА В РІЗНИХ ФУНКЦІОНАЛЬНИХ ПОЛОЖЕННЯХ ПЕРЕДПЛІЧЧЯ

С. І. Герасименко, А. М. Бабко, В. А. Боєр
ДУ "Інститут травматології та ортопедії АМН України", м. Київ

CORRELATION BETWEEN THE INTRA-ARTICULAR PRESSURE AND CAPACITY OF THE ELBOW JOINT CAVITY UNDER DIFFERENT FUNCTIONAL POSITIONS OF THE FOREARM

S. I. Gerasimenko, A. M. Babko, V. A. Boyer

The measurement of intra-articular pressure after infusion of 20, 40 and 60 ml of liquid into the joint cavity under neutral position, maximal flexion and extension has been performed on 14 elbow joints of seven fresh cadavers of adults without diseases of the elbow joints in anamnesis. It was established that the least pressure in the elbow joint was observed under bone positions of the joint in 110° of extension and neutral position of supination-pronation. With the maximal flexion and extension the intra-articular pressure increases 4–4.5 times. The positive correlation connection between the intra-articular pressure and the volume of liquid introduced into joint and spatial orientation of bones forming the elbow joint has been shown.

Key words: elbow joint, intra-articular pressure, volume of intra-articular cavity, orientation of articular bones, correlation between the intra-articular pressure and volume of the joint.

СООТНОШЕНИЕ ВНУТРИСУСТАВНОГО ДАВЛЕНИЯ И ОБЪЕМА ПОЛОСТИ ЛОКТЕВОГО СУСТАВА В РАЗНЫХ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПОЛОЖЕНИЯХ ПРЕДПЛЕЧЬЯ

С. И. Герасименко, А. Н. Бабко, В. А. Боер

На 14 локтевых суставах семи свежих трупов взрослых людей, без заболеваний локтевых суставов в анамнезе, было проведено измерение внутрисуставного давления после введения в полость сустава 20, 40 и 60 мл жидкости при нейтральном положении, максимальном сгибании и разгибании. Установлено, что наименьшее давление в локтевом суставе наблюдается при положении костей сустава, в разгибании 110° и нейтральном положении супинации-пронации. При максимальном сгибании и разгибании внутрисуставное давление увеличивается в 4–4,5 раза. Показана положительная корреляционная связь внутрисуставного давления с объемом жидкости, введенной в сустав, и пространственной ориентацией костей, сочленяющих локтевой сустав.

Ключевые слова: локтевой сустав, внутрисуставное давление, объем внутрисуставной полости, ориентация суставных костей, корреляция внутрисуставного давления и объема сустава.

Вступ

Відомо, що анатомічно *ліктьовий суглоб* є складним зчленуванням, яке об'єднує три суглоба: плечоліктьовий, плечопроменевий та проксимальний променево-ліктьовий. Усі три суглоба мають одну спільну суглобову капсулу. Спереду і ззаду суглобова капсула відносно вільна, і в її порожнині можна виділити передню та задню камери, що сполучаються між собою за допомогою вузьких щілин на латеральній та медіальній поверхні. При запальних процесах у суглобі внаслідок набухання синовіальної мембрани сполучення між камерами може цілком перекиватись. Місткість суглобової порожнини ліктьового суглоба в нормі, за даними різних авторів, становить від 25–30 до 100 мл [2, 5, 6].

Жирова тканина, що заповнює вінцеву та ліктьову ямки, має певне клінічне значення у вигляді так званої жирової прокладки, що може спостерігатися на боковому рентгенографічному знімку при наявності гемартрозу або випоту [6].

Такі значні розбіжності в оцінці об'єму порожнини суглоба в нормі вже потребують більш досконалого вивчення цього питання. Крім того, в умовах запалення чи травми ці анатомічні особливості суглобової будови можуть стати обмеженням згинання чи розгинання в ліктьовому суглобі.

Слід додати, що майже не вивчений зв'язок об'єму порожнини суглоба та внутрішньосуглобового тиску [5], який має суттєве клінічне значення при запаленні або травмі суглоба.

Мета роботи – визначити зв'язок між внутрішньо-суглобовим тиском і обсягом порожнини ліктьового суглоба залежно від функціонального положення передпліччя.

Матеріали і методи

Анатомічне дослідження виконано на 14 ліктьових суглобах семи свіжих трупів дорослих людей віком від 44 до 62 років, в анамнезі яких не було захворювань ліктьового суглоба.

Дослідження виконували у положенні тіла на спині в умовах приведення і внутрішньої ротації плеча до 45°, при згинанні передпліччя в ліктьовому суглобі до 90° і нейтральній супінації-пронації. В усіх випадках обсяг рухів у ліктьовому суглобі був повний, у межах фізіологічної норми.

По задньо-зовнішній поверхні ліктьового суглоба між вершиною ліктьового відростка і виростком плечової кістки поширено розгинали тканини для візуалізації капсули. Проводили пункцію суглоба голкою Дефо. Канюлю фіксували до капсули кисетним швом, приєднували за допомогою трубки для внутрішньовенних ін'єкцій до триходового крану. З двох інших ходів до триходового крану приєднували систему для вимірювання тиску, в основі якої був апарат Ріва-Рочі і шприц ємкістю 20 мл.

Кінцівку утримували в описаному вище положенні. При відкритому крані за допомогою шприца вводили 20 мл рідини. Передпліччя змінювало положення, яке фіксувалося за допомогою кутоміра. За допомогою крана подача води перекривалась, після чого передпліччя встановлювали послідовно в положення максимального згинання і максимального розгинання при нейтральній супінації-пронації. При кожному положенні кінцівки фіксували показання манометра. Після кожного заміру робили контрольний вимір тиску в стартовому положенні для його корекції у випадках просякання рідини через край пункційного отвору. Після цього додатково двічі вводили по 20 мл рідини і маніпуляції з вимірювання тиску при різних положеннях кінцівки повторювали.

Для розрахунку кореляційних зв'язків були відібрані 10 препаратів (суглобів), які мали результати всіх вимірювань при трьох просторових орієнтаціях кісток – максимальне згинання, розгинання та нейтральне положення та при трьох об'ємах рідини, що вводили в суглобову порожнину, – 20, 40 та 60 мл.

Отримані результати оброблені статистично з використанням як параметричних, так і непараметричних (критерій «U» Манна-Уїтні та ін.) критеріїв статистики [1, 3, 4]. Показники зв'язку оцінювали за допомогою коефіцієнтів кореляції рангів Спірмена та множинної кореляції [4]. Для опрацювання даних застосовували стандартну комп'ютерну програму *Microsoft Excel 2003*.

Результати та їх обговорення

Відомо, що при I стадії ревматоїдного артрити ексудативна синовіальна рідина в порожнину ліктьового суглоба призводить до підвищення внутрішньосуглобового

тиску. У свою чергу, таке підвищення змушує кінці кісток, що зчленують суглоб, займати таке положення, щоб порожнина суглоба вміщувала максимально велику кількість рідини. Гіпотетично, згинальна контрактура в ліктьовому суглобі формується внаслідок згинальної установки, при якій зменшується внутрішньосуглобовий тиск.

Залежність внутрішньосуглобового тиску в ліктьовому суглобі від взаємоположення суглобових кінців та об'єму рідини, введеної в порожнину суглоба, була вивчена на 14 суглобах. Результати досліджень представлені в таблиці, наведеній нижче.

Слід відмітити, що при введенні більшої кількості рідини (40–60 мл) у порожнину ліктьового суглоба в положенні згинання в межах від 45 до 70° та розгинання в межах від 120 до 160° кінцівка самостійно змінювала положення до нейтрального – 110° розгинання в ліктьовому суглобі.

Як видно з таблиці, у кожній групі досліджень, з 20, 40 та 60 мл уведеної рідини, внутрішньосуглобовий тиск був таким: найменший – у нейтральному положенні; найбільший – в умовах максимального згинання і трохи менший – при максимальному розгинанні.

При введенні 20 мл рідини внутрішньосуглобовий тиск не перевищував 0 мм рт. ст. більш ніж у половині вимірювань. Це дозволяє припустити, що принаймні в половині випадків об'єм порожнини ліктьового суглоба більший за 20 мл.

У кожній групі показник внутрішньосуглобового тиску в нейтральному положенні вірогідно відрізнявся від показників тиску при максимальному згинанні та розгинанні ($p < 0,01$ за критерієм «U» Манна-Уїтні). Показники тиску при максимальному згинанні та розгинанні вірогідно відрізнялись в умовах внутрішньосуглобового введення 20 і 60 мл рідини ($p < 0,05$ і $p < 0,01$). При введенні 40 мл рідини – ці показники не мали достовірної відмінності ($p > 0,05$), про що свідчить також незначна відмінність середніх показників тиску.

В усіх трьох групах (згідно з об'ємом введеної рідини) показники внутрішньосуглобового тиску залежно від орієнтації кісток статистично значимо відрізняються поміж груп, тобто в будь-якому положенні кісток пе-

Таблиця

Зміни внутрішньосуглобового тиску залежно від кількості введеної рідини та просторової орієнтації кісток ліктьового суглоба

| Положення передпліччя | Внутрішньосуглобовий тиск, мм рт. ст. (M ± S) | | |
|------------------------|---|--|------------------------------------|
| | кількість уведеної рідини, мл/градус нейтральне положення | | |
| | I – 20/110° | II – 40/110° | III – 60/110° |
| Максимальне згинання | 70±9, n=12 $p_{I-II} < 0,01$ | 131±16, n=14 $p_{I-III} < 0,01$ | 181±25, n=12 $p_{I-III} < 0,01$ |
| Нейтральне положення | 7±6 (16±4)*, n=12 (n=5) $p_{I-II} < 0,01$ | 28±8 (30±8)*, n=14 (n=13) $p_{I-II} < 0,01$ | 41±8, n=12 $p_{I-III} < 0,01$ |
| Максимальне розгинання | 60±5, n=12 $p_{I-II} < 0,01$ | 127±19, n=14 $p_{I-II} < 0,01$ | 166±21, n=12 $p_{I-III} < 0,01$ |

* Без нульових показників.

редпліччя – максимальному згинанні, нейтральному чи максимальному розгинанні – показники цієї групи досліджень вірогідно відрізняються від показників інших груп у цьому положенні кісток ($p < 0,01$). При цьому закономірно підвищуються показники внутрішньосуглобового тиску в кожному із досліджених взаємоположень кісток суглоба при збільшенні об'єму введеної рідини.

Порівняння показників внутрішньосуглобового тиску в нейтральному положенні з даними максимального згинання і максимального розгинання свідчить, що:

- при введенні 20 мл рідини ці показники перевищують показник нейтрального положення відповідно на 375 та 257%;
- аналогічно при введенні 40 мл рідини показники тиску підвищуються при максимальному згинанні на 337%;
- при максимальному розгинанні – на 323%;
- при введенні 60 мл рідини показники внутрішньосуглобового тиску підвищуються відповідно на 341 та 305%.

Порівнюючи ці дані, можна гадати, що в умовах близьких до нормального вмісту рідини в суглобовій порожнині показник внутрішньосуглобового тиску більшою мірою залежить від взаємоположення кісток передпліччя, ніж від значних об'ємів внутрішньосуглобової рідини.

Аналіз отриманих результатів дозволяє вважати, що на показники внутрішньосуглобового тиску суттєво впливає як взаємоположення суглобових кінців кісток, що формують ліктьовий суглоб, так і об'єм рідини в порожнині суглоба.

Відомо, що одним із сучасних статичних методів, який дозволяє оцінити вплив на певний результативний показник одного чи декількох факторів, є дисперсійний аналіз [3, 4].

У зв'язку з тим, що для використання дисперсійного аналізу необхідним є виконання двох умов: нормальність розподілу та однорідність дисперсії, була проведена перевірка виборки на нормальність розподілу методом розмаху [3]. Наші підрахунки показали, що сукупність отриманих нами вимірювань не відповідає нормальному розподілу (оскільки наші показники не входять у критичні табличні значення) [3, 4], що не дозволяє застосувати дисперсійний аналіз.

Тому для досягнення мети дослідження були застосовані непараметричні методи статистики, а саме: коефіцієнти рангової кореляції Спірмена та множинної кореляції [4].

Для визначення коефіцієнта множинної кореляції нами було виконано розрахунки коефіцієнтів кореляції за Спірменом (коефіцієнт кореляції рангів) між показниками внутрішньосуглобового тиску при максимальному згинанні та розгинанні, при нейтральному положенні та максимальному згинанні при нейтральному положенні і максимальному розгинанні при 20 мл введеної рідини. Не вдаючись до детального опису цих математичних розрахунків (вони ретельно висвітлені в багатьох посібниках [3, 4]), маємо відмітити, що для отримання коефіцієнта множинної кореляції, необхідно перевести чисельні значення тиску в ранги, розра-

хувати подвійні коефіцієнти кореляції груп рангів показників, перевірити їх вірогідність за критерієм t Стьюдента порівняно з табличними показниками [4] і за відповідною формулою [4] отримати показник R – коефіцієнт множинної кореляції, який може коливатися від 0 до 1 [3, 4].

Як показали наші дані, загальний зв'язок між показниками внутрішньосуглобового тиску при всіх трьох положеннях кісток, що зчленують ліктьовий суглоб, при введенні 20 мл рідини є сильним – $R=0,80$, тобто маємо щільну позитивну кореляцію між внутрішньосуглобовим тиском при максимальному згинанні та тиском при інших просторових орієнтаціях кісток ліктьового суглоба. Це підтверджує наш попередній висновок про залежність внутрішньосуглобового тиску від просторової орієнтації кісток, що зчленують ліктьовий суглоб.

Аналогічним чином були виконані статистичні дослідження при введенні 40 та 60 мл рідини, які також показали щільний позитивний кореляційний зв'язок між показниками внутрішньосуглобового тиску при різній просторовій орієнтації кісток ліктьового суглоба залежно від об'єму введеної в порожнину суглоба рідини: $R=0,98$ при 40 мл та $R=0,93$ при 60 мл.

Аналогічні дослідження були виконані для оцінки залежності внутрішньосуглобового тиску (при різній просторовій орієнтації кісток) від об'єму введеної в суглобову порожнину рідини.

Отримані нами результати розрахунків зв'язку внутрішньосуглобового тиску й об'єму рідини показали, що згідно з отриманими коефіцієнтами множинної кореляції між показниками внутрішньосуглобового тиску та об'єму рідини, введеної в порожнину суглоба, існує щільний позитивний зв'язок в умовах максимального згинання ($R=0,89$) та максимального розгинання ($R=0,92$). Парні коефіцієнти кореляції рангів Спірмена між тиском та об'ємом коливались при максимальному згинанні від 0,66 до 0,93 (з вірогідністю від $p < 0,05$ до $p < 0,001$) і при максимальному розгинанні – від 0,68 до 0,93 ($p < 0,05$). При нейтральному положенні ми спостерігали незначний позитивний зв'язок між внутрішньосуглобовим тиском та об'ємом введеної в суглоб рідини: коефіцієнт множинної кореляції R становив тільки 0,44, що свідчить про слабкий кореляційний зв'язок.

Цей результат можна пояснити значною кількістю нульових показників тиску в нейтральному положенні при введенні 20 мл рідини. Урахування цих показників може призвести до можливої помилки в розрахунках, тому що однією з причин реєстрації нульового показника тиску може бути недостатнє заповнення порожнини суглоба 20 мл рідини. Не враховувати їх також не є обґрунтованим, оскільки вони не є такими, що “вистрибують”, згідно з проведеною перевіркою.

У цілому отримані нами результати підтверджують дані В. Моргей щодо нелінійної кореляції між внутрішньосуглобовим тиском і об'ємом внутрішньосуглобової рідини, а також орієнтовним об'ємом порожнини ліктьового суглоба в 30 мл. Можна вважати, що наші результати мають не тільки теоретичне, а й практичне значення щодо середнього об'єму порожнини ліктьового

суглоба, більшого за 20 мл, та позитивного кореляційного зв'язку суглоба, між показниками внутрішньосуглобового тиску і об'ємом внутрішньосуглобової рідини в нормі, а також чіткого визначення оптимального положення кісток ліктьового суглоба, що забезпечує мінімальний внутрішньосуглобовий тиск.

Висновки

1. Найменший внутрішньосуглобовий тиск у ліктьовому суглобі в положенні розгинання 110° і нейтральної супінації-пронації.

2. Зміна взаємоположення кісток, що зчленують ліктьовий суглоб, від нейтрального до максимального згинання чи максимального розгинання, підвищує внутрішньосуглобовий тиск у 4–4,5 рази.

3. Показники внутрішньосуглобового тиску залежать як від просторової орієнтації кісток, які зчленують ліктьовий суглоб, так і об'єму рідини в порожнині суглоба.

Література

1. *Ашмарин И. П.* Быстрые методы статистической обработки и планирование экспериментов / *Ашмарин И. П., Васильев Н. Н., Амбросов В. А.* – Л.: Изд-во ЛГУ, 1975. – 76 с.
2. Большая медицинская энциклопедия: в 36 т. – Т. 13. Изд. 3-е / гл. ред. акад. *Б. В. Петровский.* – М.: Сов. энцикл., 1980. – 226 с.
3. *Гланц С.* Медико-биологическая статистика / *Гланц С.*; Пер. с англ. – М.: Практика, 1998. – 459 с.
4. *Климовицкий В. Г.* Применение математической статистики в медико-биологических исследованиях / *Климовицкий В. Г., Колодяжский А. В., Вертыло Н. А.* – Донецк: Донеччина, 2004. – 216 с.
5. *Driscoll S. W.* Intraarticular pressure and capacity of the elbow / *Driscoll S. W., Morey B. F., An K. N.* // *Arthroscopy.* – 1990. – Vol. 6, № 2. – P. 100–103.
6. *Morrey B. F.* The elbow and its disorders. Second ed / *B. F. Morrey.* – Philadelphia: W. B. Saunders Company, 1993. – P. 26–28.

УДК 616.71-001.5-089.84:617.584:612.76

ОЦЕНКА ДИНАМИКИ ИЗМЕНЕНИЯ БИОМЕХАНИКИ ФУНКЦИИ НИЖНИХ КОНЕЧНОСТЕЙ ПРИ ВНУТРИКОСТНОМ ДИСТРАКЦИОННОМ ОСТЕОСИНТЕЗЕ ГОЛЕНИ

*В. В. Гамалий¹, В. В. Драган, Абу Немер Джамаль А. М.,
А. А. Кузнецов, Ю. В. Литвиненко¹, Ю. И. Андрияшик*

*¹НИИ Национального университета физического воспитания и спорта,
лаборатория биомеханических технологий, г. Киев, Украина
Медицинский центр “БОНАМЕД”, г. Киев, Украина*

EVALUATION OF DYNAMICS OF CHANGE IN BIOMECHANICS OF FUNCTION OF LOWER EXTREMITY IN DISTRACTION INTRAMEDULLARY OSTEOSYNTHESIS OF SHIN BONES

*V. V. Gamalii, V. V. Dragan, Abu Nemer Jamal A. M.,
A. A. Kuznetsov, Yu. V. Lytvynenko, Yu. I. Andriashyk*

Findings of the lower extremity function obtained by electron optical system “Qualisys” in patients undergone distraction intramedullary osteosynthesis of shin bones by driving devices are presented in the article.

Key words: shin, joint, lengthening, walking, function, pace, biochain.

ОЦІНКА ДИНАМІКИ ЗМІНИ БІОМЕХАНИКИ ФУНКЦІЇ НИЖНІХ КІНЦІВОК ПРИ ВНУТРІШНЬОКІСТКОВОМУ ДИСТРАКЦІЙНОМУ ОСТЕОСИНТЕЗІ ГОМІЛКИ

*В. В. Гамалій, В. В. Драган, Абу Немер Джамаль А. М.,
А. А. Кузнецов, Ю. В. Литвиненко, Ю. І. Андріяшик*

Представлені результати дослідження рухової функції нижніх кінцівок електронно-оптичною системою “Qualisys” у пацієнтів, яким проводилася програма внутрішньокісткового дистракційного остеосинтезу гомілки привідними апаратами.

Ключові слова: гомілка, суглоб, подовження, ходьба, функція, крок, біоланка.