

4. *Court-Brown C.M.* Epidemiology of adult fractures: A review / *C.M. Court-Brown, B. Caesar* // *Injury*. — 2006. — Vol. 37, № 8. — P. 691–697.
5. Functional outcome and complications following PHILOS plate fixation in proximal humeral fractures / *Geiger E.V., Maier M., Kelm A.* [et al.] // *Acta Orthop. Traumatol. Turc.* — 2010. — Vol. 44, № 1. — P. 1–6.
6. Functional outcome following proximal humeral interlocking system plating for displaced proximal humeral fractures / *Thyagarajan D.S., Haridas S.J., Jones D.* [et al.] // *Int.J. Shoulder Surg.* — 2009. — Vol. 3, № 3. — P. 57–62.
7. *Helmy N.* New trends in the treatment of proximal humerus fractures / *N. Helmy, B. Hintermann* // *Clin. Orthop. Relat. Res.* — 2006. — Vol. 442, № 1 — P. 100–108.
8. *Hudak P.L.* Development of an upper extremity outcome measure: the DASH (disabilities of the arm, shoulder and hand) [corrected]. The Upper Extremity Collaborative Group (UECG) / *Hudak P.L., Amadio P.C., Bombardier C.* // *Am. J. Ind. Med.* — 1996. — Vol. 29, № 6. — P. 602–608.
9. *Kumer E.H.* Dislocation fractures of the proximal humerus — results following surgical treatment. A follow-up study of 167 cases / *E.H. Kumer, G. Siebler* // *Unfallchirurgie*. — 1987. — Vol. 13, № 2. — P. 64–71.
10. Locked plate fixation and intramedullary nailing for proximal humerus fractures : a biomechanical evaluation / *Hessmann M.H., Hansen W.S., Krummenauer F.* [et al.] // *J. Trauma*. — 2005. — Vol. 58, № 6. — P. 1194–1201.
11. Locked vs. unlocked plate osteosynthesis of the proximal humerus — a biomechanical study / *Seide K., Triebe J., Faschingbauer M.* [et al.] // *Clin. Biomech. (Bristol, Avon)*. — 2007. — Vol. 22, № 2. — P. 176–182.
12. Locking plates improve torsional resistance in the stabilization of three-part proximal humeral fractures / *Weinstein D.M., Bratton D.R., Ciccone W.J. II* [et al.] // *J. Shoulder Elbow Surg.* — 2006. — Vol. 15, № 2. — P. 239–243.
13. Predictors of humeral head ischemia after intracapsular fracture of the proximal humerus / *Hertel R., Hempfing A., Stiebler M.* [et al.] // *J. Shoulder Elbow Surg.* — 2004. — Vol. 13, № 4. — P. 427–433.
14. The Constant score in normal shoulders / *Yian E.H., Ramappa A.J., Arneberg O.* [et al.] // *J. Shoulder Elbow Surg.* — 2005. — Vol. 14, № 2. — P. 128–133.
15. The extended anterolateral acromial approach allows minimally invasive access to the proximal humerus / *Gardner M.J., Griffith M.H., Dines J.S.* [et al.] // *Clin. Orthop. Relat. Res.* — 2005. — № 434. — P. 123–129.

УДК 611.727.5/976.001.6

## ВИВЧЕННЯ ЗВ'ЯЗКУ МІЖ ВНУТРІШНЬОСУГЛОБОВИМ ТИСКОМ ТА ОБ'ЄМОМ ВНУТРІШНЬОСУГЛОБОВОЇ РІДИНИ В НОРМАЛЬНОМУ ПРОМЕНЕЗАП'ЯСТКОВОМУ СУГЛОБІ ПРИ РІЗНИХ ПРОСТОРОВИХ ПОЛОЖЕННЯХ КИСТІ

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

### **STUDY OF CORRELATION BETWEEN INTRA-ARTICULAR PRESSURE AND VOLUME OF INTRA-ARTICULAR LIQUID OF NORMAL RADIOCARPAL JOINT IN DIFFERENT SPACIAL POSITION OF THE HAND**

*S. I. Gerasymenko, A. M. Babko, V. A. Boyer*

*Intra-articular pressure after intra-articular injection of 2, 3, and 5 ml liquid was measured in 14 elbow joints of seven unfrozen cadavers of adults without joint disease anamnesis in five positions of bones forming the joint: neutral, maximum flexion and extension, maximum adduction and abduction. To determine correlation between intra-articular pressure and volume of injected liquid into the joint cavity the measurement findings were graphically and regressively analysed.*

*The analysis results have shown that there was a reliable significant positive correlation between the intra-articular pressure and the volum of inta-articular liquid, and this correlation had nonlinear nature. Developed regressive equations allowed with high level of reliability to calculate expected values of inra articular pressure on the base of known changes of intra- articular liquid volume.*

*Key words: radiocarpal joint, intra-articular pressure, volume of intra-articular liquid, regressive analysis, equations of regression.*

**ИЗУЧЕНИЕ СВЯЗИ МЕЖДУ ВНУТРИСУСТАВНЫМ ДАВЛЕНИЕМ И ОБЪЕМОМ  
ВНУТРИСУСТАВНОЙ ЖИДКОСТИ В НОРМАЛЬНОМ ЛУЧЕЗАПЯСТНОМ СУСТАВЕ  
ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ ПОЛОЖЕНИЯХ КИСТИ**

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

На 14 лучезапястных суставах, без их заболеваний в анамнезе, пяти незамороженных трупов взрослых людей было проведено измерение внутрисуставного давления после введения в полость сустава 2, 3 и 5 мл жидкости при пяти положениях костей, составляющих сустав: нейтральном, максимального сгибания и разгибания, максимального приведения и отведения. Для определения связи между внутрисуставным давлением и объемом введенной в полость сустава жидкости данные измерений были подвергнуты графическому и регрессионному анализу.

Результаты анализа показали наличие достоверной значительной позитивной корреляции внутрисуставного давления и объема внутрисуставной жидкости, которая имеет нелинейный характер. Разработанные уравнения регрессии позволяют с высокой достоверностью рассчитывать ожидаемые показатели внутрисуставного давления на основе известных изменений объема внутрисуставной жидкости.

Ключевые слова: лучезапястный сустав, внутрисуставное давление, объем внутрисуставной жидкости, регрессионный анализ, уравнения регрессии.

**Вступ**

Променовоzap'ястковий суглоб у фізіологічному та клінічному відношенні є провідним компонентом складного кистьового суглоба. Якщо в анатомічному плані цей суглоб вивчений достатньо [1, 3], то цілий перелік його фізіологічних параметрів досі не визначений.

У доступній спеціальній літературі ми не знайшли даних щодо внутрішньосуглобового тиску та об'єму порожнини променезап'ясткового (кистьового) суглоба в нормальних або патологічних умовах.

Значення цих фізіологічних параметрів у нормі вкрай важливе для порівняння і оцінки їх в умовах травми або запалення, при яких ці параметри можуть суттєво змінюватись.

Як показали результати нашого попереднього дослідження, орієнтовний об'єм порожнини променезап'ясткового суглоба в нормальних умовах становить 2–3 см<sup>3</sup>, а показники внутрішньосуглобового тиску змінюються залежно від просторових положень кисті та об'єму рідини, введеної у порожнину суглоба.

**Мета** роботи — визначити форми та сили зв'язку між внутрішньосуглобовим тиском, об'ємом внутрішньосуглобової рідини та просторовим положенням кисті в нормальних променезап'ясткових суглобах.

**Матеріали і методи**

Матеріалом експериментального дослідження були 14 променезап'ясткових суглобів, без захворювань в анамнезі, 7 незаморожених трупів дорослих віком від 42 до 62 років.

Препарат знаходився на спині. Верхня кінцівка в положенні вздовж тулуба. Перед проведенням маніпуляцій визначався обсяг рухів у кистьовому суглобі. У всіх препаратів обсяг рухів був у межах фізіологічних норм.

Ураховуючи, що суглобова капсула по волярній поверхні відокремлена від шкіри двома прошарками сухожиль, місцем для пункції вибрали тильно-променево поверхню. Розтин шкіри для візуалізації капсули суглоба

робили в проекції перетину ліній, одна з яких поєднує шилоподібні відростки променевої та ліктьової кістки, а друга є продовженням променя II п'яної кістки. У цьому ж місці перетину виконували пункцію голкою Дюфо, фіксували її до капсули кісетним швом та під'єднували за допомогою трубки для внутрішньовенних ін'єкцій до триходового крана. З двох інших ходів до триходового крану приєднувалась система для вимірювання тиску, в основі якої був апарат Ріва-Роччі, і шприц ємністю 10 мл.

Кінцівка утримувалася в описаному вище положенні. За фізіологічне положення кисті брали 5° тильної флексії та 10° ліктьової девіації.

При відкритому крані за допомогою шприца вводилось 2 мл рідини. Кисть змінювала положення, що фіксувалося за допомогою кутоміра. За допомогою крана подача води перекривалась, після чого кисть установлювалась в положення максимального згинання, максимального розгинання, максимального відведення та максимального приведення. Рухи проводились однією й тією ж особою з однаковим зусиллям, щоб забезпечити стандартні умови виконання процедури. Максимальні кути: згинання — у межах від 70 до 80°; розгинання — від 60 до 70°; приведення — від 45 до 50°; відведення — від 20 до 25°. При кожному положенні кінцівки фіксувалися показання манометра. Після кожного заміру проводився контрольний замір тиску в стартовому положенні для його корекції у випадках просякання рідини через край пункційного отвору. Після цього двічі об'єм рідини в суглобі збільшували по чергову до 3 та 5 мл і повторювали маніпуляції з вимірювання тиску при різних положеннях кінцівки.

Для виконання поставленої мети нами був використаний *регресійний аналіз*, який, як відомо, дає змогу визначити в кожному конкретному випадку форму зв'язку та її відповідне кореляційне рівняння (рівняння регресії), що дозволяє передбачити можливість зміни одного показника — внутрішньосуглобового тиску — на основі відомих змін іншого — об'єму внутрішньосуглобової рідини, який пов'язаний з першим кореляційно [2, 4].

Отримані результати опрацьовані математично за загальноприйнятими статистичними методами [2, 4].

Регресійний аналіз було виконано за стандартною методикою для нелінійної кореляції між змінними величинами. Перевірка правильності вибору кореляційних рівнянь (рівнянь регресії) виконувалась за допомогою принципів дисперсійного аналізу (критерій Фішера) [2, 3]. Для опрацьовання даних застосовували стандартні комп'ютерні програми *Microsoft Excel 2003* та *Statistica 6*.

### Результати та їх обговорення

Результати вимірювань внутрішньосуглобового тиску у 14 променезап'ясткових суглобах наведені в табл. 1 та рис. 1.

На основі отриманих даних були побудовані графічні лінії регресії, які свідчать про нелінійний характер зв'язку показників, що досліджуються. Ураховуючи, що графічний аналіз не гарантує від можливих помилок, ми застосовували аналітичні засоби для перевірки кореляційного рівняння.

Для цього передусім визначали критерій Фішера. У разі його вірогідності це давало б підстави для пошуку коефіцієнтів рівняння регресії, які є вірогідними (тобто внесок яких перемінних є вірогідним). Виходячи з експериментальних даних, для всіх випадків залежність між внутрішньосуглобовим тиском та кількістю рідини є нелінійною. Тому для її апроксимації

обрано квадратичну функцію. При цьому в усіх випадках певна функція (згинання, розгинання, відведення та приведення) приймалася за одиницю і зіставлялася з нейтральним положенням, яке приймалося за нуль. Відповідне рівняння регресії з урахуванням впливу врахованих чинників та їхньої взаємодії має такий загальний вигляд:

$$P = C + x_1 \times V + x_2 \times V^2 + x_3 \times f + x_4 \times V \times f + x_5 \times V^2 \times f,$$

де  $P$  — тиск;  $C$  — константа ( $Y$ -перетинання);  $V$  — об'єм рідини;  $V^2$  — квадрат об'єму;  $f$  — наявність певної рухової функції (максимальне згинання, розгинання, відведення та приведення), або її відсутність (нейтральне положення) — 1 або 0;  $V \times f$  — взаємодія впливів  $V$  та  $f$ ;  $V^2 \times f$  — взаємодія впливів  $V^2$  та  $f$ ;  $x_1, x_2, x_3, x_4, x_5$  — коефіцієнти рівняння множинної регресії.

В усіх випадках цього дослідження значення  $C$  було однаковим (65,57) і серед параметрів рівняння множинної регресії не наводиться (табл. 2–6).

#### Результати розрахунку для максимального згинання кисті

Значення критерію Фішера ( $F$ ) становить 803,9 при рівні значущості  $p < 0,00001$ .

Коефіцієнт детермінації дорівнює 0,98 — ураховано 98% дисперсії.

Параметри рівняння множинної регресії наведені в табл. 2.

Таблиця 1

Показники внутрішньосуглобового тиску при різних об'ємах рідини у порожнині променезап'ясткового суглоба та різних просторових положеннях кисті

Кількість введеної рідини, мл	Внутрішньосуглобовий тиск, мм рт. ст. (M±m) при різних просторових положеннях кисті				
	максимальне згинання	максимальне розгинання	максимальне відведення	максимальне приведення	нейтральне положення
2	76,3±1,6	95,7±2,5	100,3±1,6	87,9±1,2	7,3±1,4
3	138,0±3,1	141,2±5,3	140,1±3,1	132,4±3,4	29,6±2,0
5	233,6±4,5	249,2±3,5	241,5±3,5	224,6±4,3	46,2±0,8

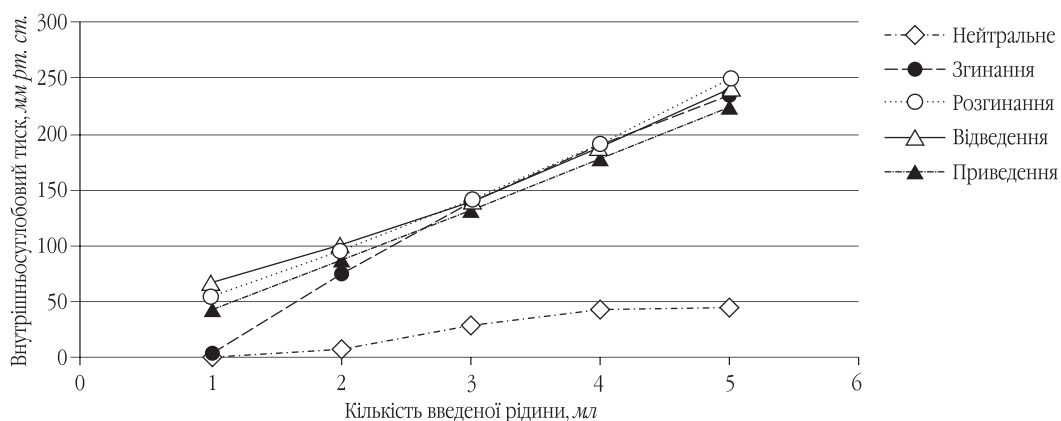


Рис. 1. Залежність внутрішньосуглобового тиску від кількості введеної рідини та рухової функції кисті. Дані вираховано за результатами формули множинної регресії

Таблиця 2  
**Параметри рівняння множинної регресії  
 для максимального згинання кисті**

Фактори	Коефіцієнти	Стандартна похибка	t	p
V	45,81	13,31	3,44	0,001
V <sup>2</sup>	-4,69	1,85	-2,53	0,013
f	-9,36	30,02	-0,31	0,756
V×f	39,06	18,83	2,07	0,041
V <sup>2</sup> ×f	0,06	2,62	0,02	0,982

Примітка. t – критерій Стьюдента.

**Результати розрахунку  
 для максимального розгинання кисті**

Значення критерію Фішера (F) становить 777,9;  
 $p < 0,00001$ .

Коефіцієнт детермінації дорівнює 0,98 – ураховано 98% дисперсії.

Параметри рівняння множинної регресії наведені в табл. 3.

Таблиця 3  
**Параметри рівняння множинної регресії  
 для максимального розгинання кисті**

Фактори	Коефіцієнти	Стандартна похибка	t	p
V	45,81	14,41	3,18	0,002
V <sup>2</sup>	-4,69	2,01	-2,34	0,022
f	87,29	32,49	2,69	0,009
V×f	-14,48	20,38	-0,71	0,480
V <sup>2</sup> ×f	7,52	2,84	2,65	0,010

Примітка. t – критерій Стьюдента.

**Результати розрахунку  
 для максимального відведення кисті**

Значення критерію Фішера (F) становить 1088,6;  
 $p < 0,00001$ .

Коефіцієнт детермінації дорівнює 0,98 – ураховано 98% дисперсії.

Параметри рівняння множинної регресії наведені в табл. 4.

Таблиця 4  
**Параметри рівняння множинної регресії  
 для максимального відведення кисті**

Фактори	Коефіцієнти	Стандартна похибка	t	p
V	45,81	11,81	3,88	0,000
V <sup>2</sup>	-4,69	1,64	-2,85	0,006
f	108,14	26,64	4,06	0,000
V×f	-24,24	16,70	-1,45	0,151
V <sup>2</sup> ×f	8,33	2,33	3,58	0,001

Примітка. t – критерій Стьюдента.

**Результати розрахунку  
 для максимального приведення кисті**

Значення критерію Фішера (F) становить 859,9;  
 $p < 0,00001$ .

Коефіцієнт детермінації дорівнює 0,98 – ураховано 98% дисперсії.

Параметри рівняння множинної регресії наведені в табл. 5.

Таблиця 5  
**Параметри рівняння множинної регресії  
 для максимального приведення кисті**

Фактори	Коефіцієнти	Стандартна похибка	t	p
V	45,81	12,27	3,73	0,000
V <sup>2</sup>	-4,69	1,71	-2,74	0,008
f	67,29	27,68	2,43	0,017
V×f	-3,74	17,36	-0,22	0,830
V <sup>2</sup> ×f	5,19	2,42	2,15	0,035

Примітка. t – критерій Стьюдента.

**Результати розрахунку  
 для нейтрального положення кисті**

Для нейтрального положення коефіцієнти впливу рухової функції (f) та відповідної взаємодії з цим фактором приймали нульове значення, тому наводяться тільки параметри, що стосуються впливу об'єму введеної рідини.

Значення критерію Фішера (F) становить 158,8;  
 $p < 0,0001$ .

Коефіцієнт детермінації дорівнює 0,89 – ураховано 89% дисперсії.

Параметри рівняння множинної регресії наведені в табл. 6.

Таблиця 6  
**Параметри рівняння множинної регресії  
 для нейтрального положення кисті**

Фактори	Коефіцієнти	Стандартна похибка	t	p
V	45,81	6,94	6,60	<0,0001
V <sup>2</sup>	-4,69	0,97	-4,85	<0,0001

Примітка. t – критерій Стьюдента.

Як видно з наведених вище даних, як для нейтрального положення, так і для всіх розглянутих вище рухових функцій вплив об'єму введеної рідини визначається як високо вірогідний. Вплив рухової функції залежить від її характеру і є максимальним для розгинання та відведення і меншим для приведення й особливо згинання.

**Перевірка отриманих даних**

Для перевірки отриманих даних нами були розраховані показники внутрішньосуглобового тиску (P)

за розробленим рівнянням, у яке було підставлено перемінні показники об'єму ( $V$ ) та відповідні коефіцієнти.

• При максимальному згинанні в результаті розрахунку ми отримали такі дані:

– при 2 мл об'єму  $P = -65,57 + 45,81 \times 2 - 4,69 \times 22 = -9,36 + 39,06 \times 2 + 0,06 \times 22 = 76,29$  мм рт. ст.;

– при 3 мл об'єму  $P = -65,57 + 45,81 \times 3 - 4,69 \times 32 = -9,36 + 39,06 \times 3 + 0,06 \times 32 = 138,04$  мм рт. ст.;

– при 5 мл об'єму  $P = -65,57 + 45,81 \times 5 - 4,69 \times 52 = -9,36 + 39,06 \times 5 + 0,06 \times 52 = 233,67$  мм рт. ст.

• При максимальному розгинанні (розрахунки показників виконані аналогічним чином):

– при 2 мл об'єму  $P = 95,7$  мм рт. ст.;

– при 3 мл об'єму  $P = 141,18$  мм рт. ст.;

– при 5 мл об'єму  $P = 249,12$  мм рт. ст.

• При максимальному відведенні:

– при 2 мл об'єму  $P = 100,27$  мм рт. ст.;

– при 3 мл об'єму  $P = 140,04$  мм рт. ст.;

– при 5 мл об'єму  $P = 241,42$  мм рт. ст.

• При максимальному приведенні:

– при 2 мл об'єму  $P = 87,86$  мм рт. ст.;

– при 3 мл об'єму  $P = 132,43$  мм рт. ст.;

– при 5 мл об'єму  $P = 224,57$  мм рт. ст.

• При нейтральному положенні (де рівняння регресії простіше):

– при 2 мл об'єму  $P = 65,57 + 45,81 \times 2 - 4,69 \times 22 = 76,29$  мм рт. ст.;

– при 3 мл об'єму  $P = 29,65$  мм рт. ст.;

– при 5 мл об'єму  $P = 46,23$  мм рт. ст.

Порівняння показників, розрахованих за розробленим рівнянням регресії, з середніми показниками внутрішньосуглобового тиску, які були отримані при фактичних вимірюваннях тиску, показало їх повну рівність при всіх положеннях кисті та застосованих об'ємах рідини. Це свідчить, що рівняння регресії було вибрано

правильно. Слід відзначити, що зазначене рівняння враховує не тільки зв'язок основних факторів, а й вплив їх взаємодії.

Регресійний аналіз показав тісний позитивний вірогідний зв'язок між внутрішньосуглобовим тиском, об'ємом рідини в променезапястковому суглобі та просторовим положенням кисті. Рівняння множинної регресії, запропоноване нами, дозволяє передбачити зміни тиску в суглобі залежно від змін об'єму внутрішньосуглобової рідини та просторових положень кисті в нормальних умовах.

## Висновки

1. Між показниками внутрішньосуглобового тиску, об'єму рідини в порожнині суглоба та просторовою орієнтацією кисті існує щільний позитивний вірогідний зв'язок.

2. Визначене нами рівняння регресії дозволяє розрахувати зміни внутрішньосуглобового тиску залежно від змін об'єму рідини в променезапястковому суглобі та просторових положень кисті в нормі.

## Література

1. Большая медицинская энциклопедия: у 36 т. / Глав. ред. акад. Б. В. Петровский. — Т. 13 : Лучезапястный сустав. — М. : Сов. энцикл. — 1980. — С. 311–314.
2. Гланц С. Медико-биологическая статистика / С. Гланц ; [пер. с англ.] — М. : Практика, 1998. — 459 с.
3. Капанджи А. И. Верхняя конечность. Физиология суставов / А. И. Капанджи. — 6-е изд. — М. : ЭКСМО, 2009. — С. 156–174.
4. Климовицкий В. Г. Применение математической статистики в медико-биологических исследованиях / Климовицкий В. Г., Колодяжный А. В., Вертило Н. А. — Донецк : Донеччина, 2004. — 216 с.

УДК 616.757.7-007.681-092

## МОРФОЛОГІЧНІ ЗМІНИ ДОЛОННОГО АПОНЕВРОЗУ ПРІ КОНТРАКТУРІ ДЮПЮІТРЕНА

С. С. Страфун<sup>1</sup>, А. Т. Бруско<sup>1</sup>, О. О. Уровський<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ДУ "Інститут травматології та ортопедії АМН України", м. Київ

<sup>2</sup>Ужгородська обласна лікарня, Україна

### MORPHOLOGIC CHANGES OF PALMAR APONEUROSIS IN DUPUITREN'S CONTRACTURE

S. S. Strafun, A. T. Brusko, O. O. Urovskiy

Pathological changes of palmar aponeurosis were studied in 91 patients (76 males and 15 females aged from 21 to 73) operated on for Dupuytren's disease (altogether 107 biopsy samples, among them 27 hands with the first degree contracture, 52 ones with the second degree, 25 ones with the third degree and 3 ones with the fourth degree contracture). Based on morphological data it was concluded that