

ДИФЕРЕНЦІЙОВАНИЙ ПІДХІД ДО ЛІКУВАННЯ ПЕРЕЛОМІВ ДІЛЯНКИ ШИЙКИ ТА ГОЛОВКИ П'ЯСНИХ КІСТОК

Бур'янов О.А., Циганков М.А.

ДУ «Інститут травматології та ортопедії Національної академії медичних наук України», Київ

THE DIFFERENTIATED APPROACH TO METACARPAL NECK AND HEAD FRACTURES TREATMENT

Buryanov O.A., Tsygankov M.A.

State organization «The Institute of Traumatology and Orthopedics under the Academy of Medical Sciences of Ukraine», Kyiv

Актуальність проблеми впливає із різноманітності підходів до лікування пацієнтів з переломами шийки та головки п'ясної кістки, які не завжди дають бажаний результат.

Мета дослідження. Проаналізувати результати лікування переломів головки та шийки п'ясних кісток та визначити оптимальні методи лікування таких переломів.

Матеріали і методи. Нами були ретроспективно проаналізовані результати консервативного та оперативного лікування 74 хворих. У всіх пацієнтів досягнуто зрощення переломів. Функцію кисті після лікування оцінювали за об'єктивними та суб'єктивними показниками. Також застосовували ультрасонографічне дослідження п'ясно-фалангових суглобів.

Результати та їх обговорення. Проведений аналіз результатів оперативного та консервативного методів лікування хворих з переломами головки та шийки п'ясної кістки дозволив виявити переваги та недоліки кожного з цих методів. З'ясували, що металоостеосинтез титановими пластинами дозволяє домогтися чіткої та стабільної фіксації уламків п'ясної кістки, скоротити термін непрацездатності хворих за рахунок ранньої розробки рухів у п'ясно-фалангових суглобах та попередження утворення контрактур у цих суглобах. Важливими питаннями оператив-

The urgency of the problem stems from the diversity of approaches to the treatment of patients with metacarpal head and neck fractures, which do not always give the desired result.

Objective: to Analyse the results of metacarpal head and neck fractures treatment and to determine the optimal methods of treatment of such fractures.

Materials and methods: We have retrospectively analysed the results of conservative and surgical treatment of 74 patients. All patients achieved healing of fractures. The function of the hand after the treatment was evaluated by objective and subjective indicators. Also, used ultrasound investigation of metacarpo-phalangeal joints.

Results and discussion: the results of surgical and conservative methods of treatment of patients with metacarpal head and neck fractures revealed the advantages and disadvantages of each of these methods. Found that osteosynthesis with titanium plates allows you to achieve a clear and stable fixation of bone fragments, reduce the period of disability of patients due to early development of movements in metacarpo-phalangeal joints, and prevent the formation



ного лікування залишаються обрання відповідного металофіксатора та профілактика післяопераційних ускладнень.

Висновки. Металоостеосинтез титановими мініпластинами є оптимальним методом хірургічного лікування переломів головки п'яної кістки, особливо за умови неможливості стабілізації кісткових уламків при консервативному лікуванні. Переломи шийки п'яної кістки можуть достатньо успішно лікуватися у функціональній пов'язці. Стабільність фіксації уламків п'яної кістки дозволяє розпочати реабілітацію пацієнта в ранньому післяопераційному періоді, що позитивно впливає на результат лікування, зокрема, відновлення рухів у п'яно-фалангових суглобах.

Переломи п'яних кісток можуть спричинити значне порушення функції кисті, що при неправильному лікуванні може набути стійкого характеру. Більшість хворих з переломами п'яних кісток – працездатне населення, що потребує швидкого та повного відновлення функції. Пацієнти з подібними переломами підлягають оперативному та консервативному лікуванню. Згідно літературних даних, закриті переломи 2-ї п'яної кістки складають від 7% до 20%, 3-ї – від 5% до 12%, 4-ї – від 8% до 30%, 5-ї – від 17 до 56% випадків. За локалізацією: переломи діяфізу п'яної кістки складають 30-50% пацієнтів, переломи основи – 12-20%, головки – 4-6%, шийки або субкапітальні переломи – 36,5-42,0% випадків. Близько 80% пацієнтів з переломами п'яних кісток – чоловіки, що отримали травму внаслідок прямого удару кулаком або дії травмуючого агента безпосередньо на кисть. Переломи п'яної кістки в ділянці шийки – досить успішно лікуються консервативно, але існує вірогідність ротаційного зміщення головки, що може призвести до викри-

of contractures in these joints. Important aspect of surgical treatment remains appropriate metal fixator election and prevention of postoperative complications.

Conclusions: Osteosynthesis with titanium mini plates is the optimal method of surgical treatment of fractures of metacarpal head fracture, especially if stabilization of bone fragments in the conservative treatment is impossible. Metacarpal neck fracture can be treated successfully in the functional bandage. The stability of metacarpal fracture fixation allows beginning rehabilitation of the patient in the early postoperative period, which positively affects the outcome of treatment, in particular, the restoration of movements in metacarpophalangeal joints.

Metacarpal bones fractures may cause significant hand dysfunction that can become sustainable in case of wrong treatment. Most patients with metacarpal bone fractures are workable-age population that needs a quick and complete function recovery. Patients with such fractures can be managed with operative and conservative treatment. According to published data, closed fractures of 2nd metacarpal bone ranged from 7% to 20%, 3rd - from 5% to 12%, 4th - from 8% to 30%, 5th - 17 to 56% of cases. Localization: metacarpal bone diaphysis fractures is 30 - 50% of patients, fractures of the base - 12-20% of the head - 4-6%, neck, or - subcapital fractures - 36,5-42,0% of cases. About 80% of patients with bone metacarpal fractures - men who are injured with direct punch, or actions traumatic agent directly to the hand. Metacarpal neck fracture can be successfully treated conservatively, but there is a possibility of rota-

влення пальця і, як наслідок, - порушення функції кисті. Перелом головки п'яної кістки частіше за все – внутрішньосуглобовий і потребує ретельної репозиції та надійної фіксації кісткових уламків, досягти яких «закрито» - достатньо проблематично, як і бажаних анатомо-функціональних результатів лікування. Разом з фіксацією уламків на 3-4 тижні блокується ПФ суглоб, що призводить до контрактури в ньому.

Основною перевагою хірургічного методу лікування є можливість раннього відновлення функції кисті, за рахунок раннього початку реабілітації в післяопераційному періоді, зокрема – рухів у п'яно-фалангових суглобах [1,7,8]. Металоостеосинтез переломів п'яних кісток титановими мініпластинами дозволяє вирішити одразу декілька завдань, зокрема – надійна, жорстка фіксація кісткових уламків, профілактика ротаційного та кутового їх зміщення, що може виникати при фіксації шпичками та інтрамедулярними фіксаторами.

Фіксація перелому головки та шийки п'яної кістки може бути виконана шпичками за типом діафіксації в амбулаторних умовах. При фіксації перелому п'яної кістки шпичками – елементи металофіксатора часто розташовані на шкірі кисті, що ускладнює рухи та може провокувати інфекційні ускладнення.

Матеріали та методи. Нами були обстежені 74 хворих (68 чоловіків, 6 жінок) з переломами головки та шийки 2 – 5 п'яних кісток, вік хворих – від 20-ти до 60 років, що лікувалися різними методами лікування. Консервативному лікуванню підлягали 34 пацієнта з переломами шийки п'яної кістки: 22 пацієнта лікувалися в «довгій» гіпсовій лонгеті з фіксацією від нижньої третини передпліччя до нігтьових

tional displacement of the metacarpal head that can lead to curvature of the finger and, as a consequence of impaired function of the hand. Metacarpal head fracture, most often intra-articular and requires careful reduction and reliable fixation of bone fragments, which is problematic in case of conservative treatment, such as desired anatomical and functional results. Metacarpo-phalangeal joint is usually blocked together with metacarpal head fragments, for 3-4 weeks, which leads to contracture in it.

The main advantage of surgery is the possibility of early recovery of hand function, due to the early start of rehabilitation in the postoperative period, including movements in metacarpo-phalangeal joints. Metacarpal bones fractures osteosynthesis with titanium mini plates allows solving several problems, in part of displacement that can occur when fixing spokes and intramedullary latches. Metacarpal head and neck fracture fixation may be performed by the spokes on an outpatient basis. During fixation of metacarpal fracture, knitting elements often located on the skin that impedes movement and can cause infectious complications.

Materials and methods. We studied 74 patients (68 men, 6 women) with fractures of the head and neck in 2 – 5 metacarpal bones, the patients aged from 20 to 60 years treated by different methods of treatment. Conservative treatment was subject to 34 patients with cervical metacarpal fractures: 22 patients were treated in long plaster cast with fixation from the lower third of the forearm to nail phalanxes of fingers; 12 patients – a functional bandage with the possibility of movements in, metacarpo-



фаланг пальців кисті; 12 пацієнтів – у «функціональній» пов'язці, з можливістю рухів у п'ясно-фалангових суглобах. Оперативному лікуванню підлягали 40 пацієнтів. Переломи головки п'яної кістки були діагностовано в 11 пацієнтів, 8 з яких лікувалися за допомогою металоостеосинтезу титановими мініпластинами, а 3 пацієнта – спицями. Переломи шийки п'яної кістки були діагностовано в 29 випадках: 24 пацієнта – остеосинтез титановими мініпластинами, 5 пацієнтів – спицями.

Переломи шийки п'яної кістки були діагностовано в 29 випадках: 24 пацієнта – остеосинтез титановими мініпластинами, 5 пацієнтів – спицями. Показами до оперативного лікування були: нестабільні переломи головки та шийки п'яних кісток, що не піддавалися закритому вправленню, уламкові переломи з можливістю інтерпозиції прилеглих м'яких тканин, вкорочення п'яної кістки та ротаційне зміщення. При остеосинтезі переломів п'яних кісток використовували титанові мініпластини з товщиною гвинтів - 1,7 мм, у перші дні після оперативного втручання хворим дозволялися рухи в п'ясно-фалангових суглобах. За даними біомеханічних досліджень, синтез п'яних кісток за допомогою титанових мініпластин забезпечує необхідну стабільність ділянки перелому та належним чином фіксує кісткові уламки. Усі обстежені пацієнти мали значне порушення функції кисті та больовий синдром після перелому. Оцінка функції кисті проводилася за аналоговою шкалою DASH та AAHS до та після лікування. При дослідженні застосовували класифікацію переломів АО.

Результати та їх обговорення.

При обстеженні пацієнтів перед початком лікування було встановлено значне порушення функції кисті в обох групах пацієнтів з переломами головки та шийки п'я-

phalangeal joints. Surgical treatment is subject to 40 patients. Fractures of metacarpal head were diagnosed in 11 patients, 8 of whom were treated with metal osteosynthesis with titanium miniplates and 3 patients with wire. Fractures of the metacarpal cervix were diagnosed in 29 cases: 24 patient – osteosynthesis titanium mini plates, 5 patients – spokes. The indications for surgical treatment were: unstable fractures of the head and neck of metacarpal bone that has not undergone closed reduction, comminuted fractures with possible interposition of soft tissues, shortening of metacarpal bone and rotational displacement. When the osteosynthesis of metacarpal bones fractures, used titanium minplates thickness screws - 1.7 mm. In the first days after surgery, patients were allowed motion in metacarpophalangeal joints. According to biomechanical studies, the synthesis of metacarpal bone with a titanium miniplate, provides the necessary stability region of the fracture and properly captures the bone fragments. All examined patients had significantly impaired hand function and pain after the fracture. Assessment of hand function was carried out on the analogue scale DASH and AAHS, before and after treatment. The study used the classification of fractures of the AO.

Results and discussion.

During the examination of patients before treatment, it was found significantly impaired hand function in both groups of patients with fractures of the head and neck of metacarpal bones.

All patients achieved the consolidation of fractures. However, the functional outcome differed depending on the chosen

ної кістки.

У всіх пацієнтів досягнуто консолідацію переломів. Однак функціональний результат відрізнявся, у залежності від обраної методики лікування.

Результатом лікування вважалася різниця показників порушення функції кисті до початку лікування та після його закінчення. Результати лікування наведені в таблиці №2.

За даними, які наведені в таблиці, можна побачити, що різниця показників порушення функції кисті (Δ DASH та

method of treatment. The result of treatment was considered as the difference of indicators of dysfunction of the hand before treatment and after its completion. The results of treatment are shown in table No. 2.

According to the data given in the table, one can see that the difference of indicators of dysfunction of the hand (Δ DASH and Δ AAHS), among patients treated operatively – large; using mini plates. During conservative treatment, the best results were achieved when using the "functional" bandages, compared to the "long" plaster splint.

Таб. 1 Вихідні показники порушення функції кисті

Tab. 1 of the Initial indicators of dysfunction of the hand

Локалізація перелому / <i>Localization of fracture</i>	AAHS	DASH
Головка / <i>Head</i>	15,6 ± 5,7	47,7 ± 6,5
Шийка / <i>Neck</i>	13,5 ± 5,2	45,1 ± 6,4

Δ AAHS) серед пацієнтів, у залежності від обраної методики лікування. Результатом лікування вважалася різниця показників порушення функції кисті до початку лікування та після його закінчення. Результати лікування наведені в таблиці №2.

За даними, які наведені в таблиці, можна побачити, що різниця показників порушення функції кисті (Δ DASH та Δ AAHS) серед пацієнтів, які лікувалися оперативно, – більша, при використанні мініпластин. При консервативному лікуванні найкращих результатів вдалося досягти при використанні «функціональної» пов'язки, у порівнянні з «довгою» гіпсовою лонгетою. Скоріше за все, такі показники обумовлені більшим об'ємом рухів у п'ясно-фалангових суглобах у хворих, що могли вільно рухати пальцями кисті в процесі лікування та при його завершенні,

Most likely, these indicators due to the greater range of movements in metacarpophalangeal joints of patients were free to move their fingers in the treatment process and at its completion, had no contractures in metacarpophalangeal joints. At the same time, the worst were results of treatment with needles and long plaster splint, which exclude the possibility of movements in metacarpophalangeal joints due to the presence of contractures in the respective joints, after immobilization.

Therefore, choosing the treatment one should take into account that long-term immobilization of metacarpophalangeal joints of the hand could lead to development of contractures, which was confirmed by ultrasonographic studies and MRI.



Таб. 2 Результати лікування
Tab. 2 The Results of treatment

Шкала оцінки / <i>Evaluation scale</i>	Методика Локалізація перелому / <i>fracture localization</i>	Оперативне лікування		Консервативне	
		Шпиці / <i>wire</i>	Мініпластини / <i>miniplates</i>	Довга пов'язка / <i>Long dressing</i>	Функціональна пов'язка / <i>Functional dressing</i>
ΔAAHS	Головка / <i>Head</i>	9,3 ± 6,2	12,6 ± 4,4	-	-
	Шийка / <i>Neck</i>	6,2 ± 2,5	11,5 ± 4,1	7,2 ± 2,7	10,4 ± 3,9
ΔDASH	Головка / <i>Head</i>	28 ± 3,5	41,1 ± 2,5	-	-
	Шийка / <i>Neck</i>	24,2 ± 7,1	41,4 ± 4	27 ± 2,5	45,8 ± 3,7

не мали контрактур у п'ясно-фалангових суглобах. Водночас, гірші результати лікування хворих при застосуванні спиць та довгої гіпсової лонгети, які виключають можливість рухів у п'ясно-фалангових суглобах, обумовлені наявністю контрактур у відповідних суглобах після завершення іммобілізації. Отже, при обранні методу лікування слід враховувати, що тривала іммобілізація п'ясно-фалангових суглобів кисті призводить до утворення контрактур, що підтверджується даними ультрасонографічного дослідження та МРТ.

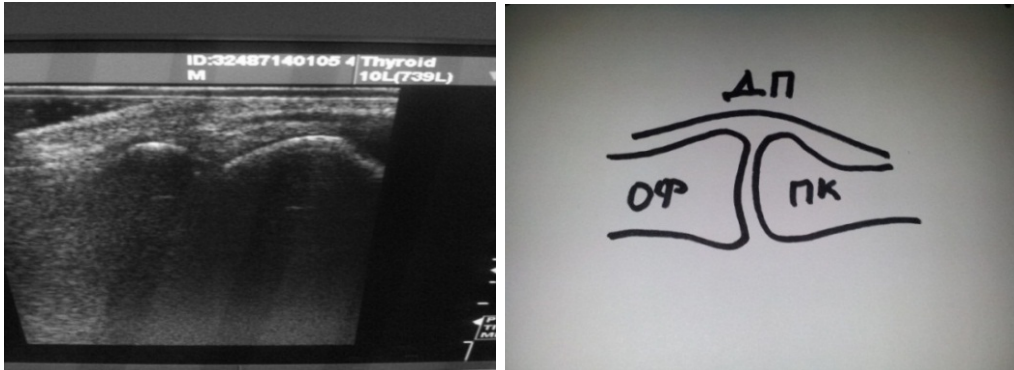
Переломи шийки п'яної кистки за умови надійної фіксації досить успішно лікуються консервативно – у «функціональній» пов'язці. Недоліками консервативного лікування залишається неможливість усунення інтерпозиції м'яких тканин між уламками та вірогідність вторинного зміщення кісткових фрагментів. Слід також зазначити, що в рубцевий процес у ділянці перелому можуть бути втягнуті сухожилки розгиначі за рахунок анатомічної близькості до кистки. Навіть незначне

Fractures of the metacarpal neck, provided a secure fixing, could be successfully treated conservatively with a functional bandage. The disadvantages of conservative treatment remain: inability to eliminate the interposition of soft tissues between the fragments and the risk of secondary displacement of bone fragments. It should also be noted that the scarring process in the area of the fracture can be drawn into extensor tendons, due to the anatomic proximity to the bone. Even slight damage to the tendon sheath, for example – bone fragment, can cause adhesions and scar block tendon at the fracture site. It should also be noted that metacarpal head fragmentary unstable fractures cannot be fixed stably with a functional bandage.

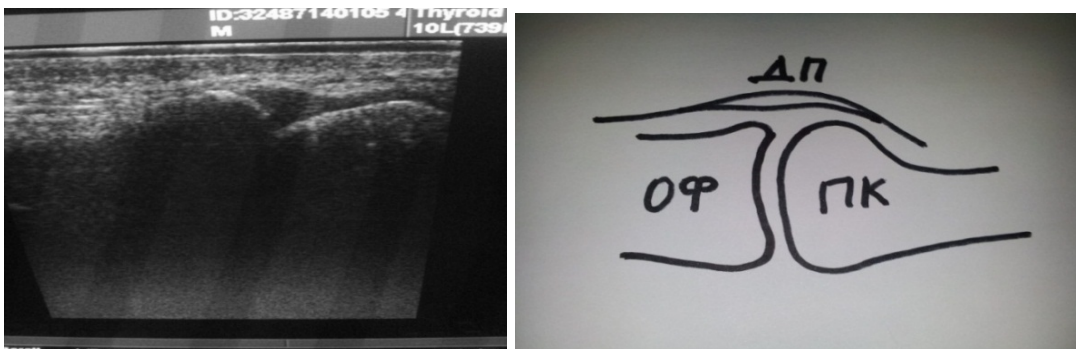
The specific question is rotational shift of metacarpal head that occurs due to asymmetric action of the intercostals muscles in oblique fractures of the neck when the line of fracture from one side is proximal to the attachment of these muscles, and the other end is distal. Fracture of metacarpal

Рис 1. Інтектний ПФ суглоб («долонна пластинка» не змінена, структурна, простежується на всьому протязі)

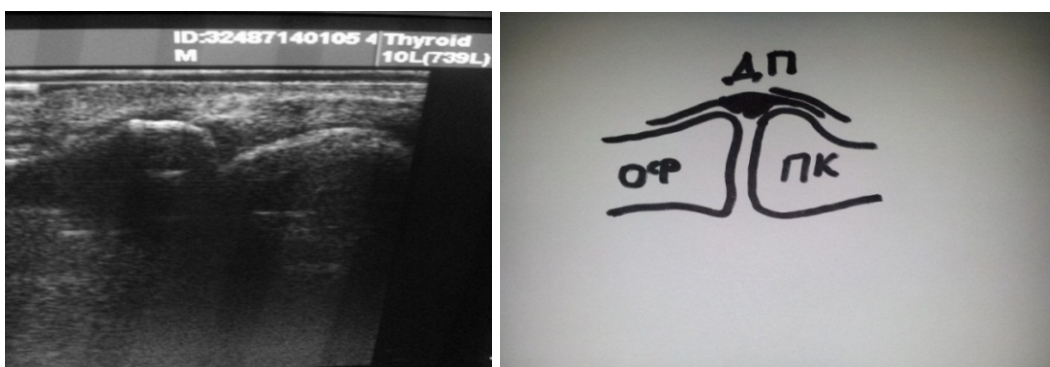
Fig.1. Intact MF joint "Volar plate" is not modified, structured, traceable throughout.



Набряк та ущільнення «долонної пластинки» (одразу після зняття лонгети)
Swelling and induration of the "Volar plate" (immediately after removal of the splint)



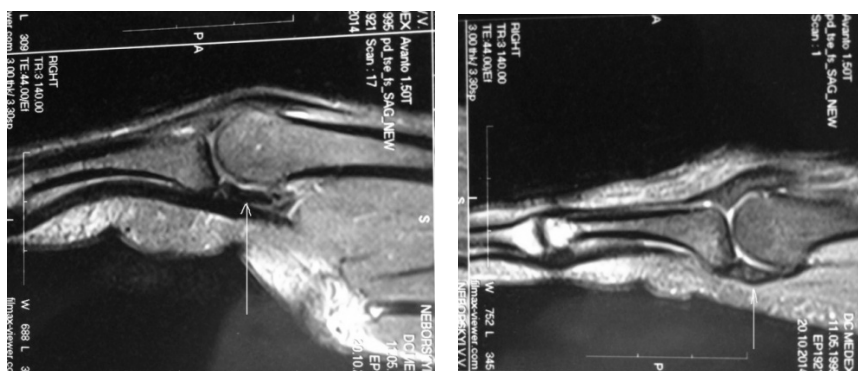
Вклинення ущільненої «долонної пластинки» між суглобовими поверхнями
Impaction compacted "Volar plate" between the articular surfaces



ДФ- основна фаланга, ПК – п'ясна кістка, ДП – долонна пластинка



Рис.2 Вигляд ущільненої долонної пластинки ПФ суглоба при МРТ- дослідженні
 Fig.2 View of compacted Palmar plate of the MF joint in MRI study



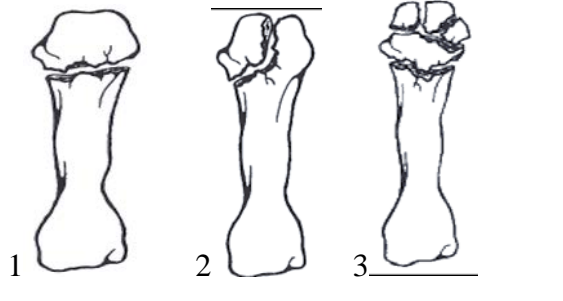
пошкодження оболонки сухожилка, наприклад – кістковим уламком, може спровокувати спайковий процес та рубцевий блок сухожилка в місці перелому. Слід також зазначити, що уламкові нестабільні переломи ділянки головки п'ясної кістки неможливо стабільно зафіксувати у «функціональній» пов'язці. Окремим питанням залишається ротаційне зміщення головки п'ясної кістки, що виникає внаслідок асиметричної дії міжкісткових м'язів при косих переломах шийки, коли лінія перелому з одного краю п'ясної кістки знаходиться проксимальніше місця кріплення цих м'язів, а з іншого краю – дистальніше.

Переломи головки п'ясної кістки – показання до оперативного лікування. Отже постає питання обрання металофіксатора. При переломах головки п'ясної кістки типу А, згідно класифікації АО, ми обирали звичайну титанову мініпластину, що цілком відповідала вимогам стабільної та функціональної фіксації перелому. Переломи типу В вимагають фіксації уламків головки п'ясної кістки в кількох площинах з метою запобігання вторинному зміщенню та стабільної фіксації кісткових уламків. Отже, у таких випадках застосовували титанову мініпластину з «клином». Переломи типу С – найбільш складні для коректної репозиції, фіксація уламків у таких випадках ускладнюється їх

head is the indication for surgical treatment. So, the question of fixator election arises. In metacarpal head fracture type A, according to the AO classification, we chose the conventional titanium mini plate, which completely meet the requirements of a stable and functional fixation of the fracture. Fractures of type B – require fixation of bone fragments of metacarpal head in several planes, with the aim of preventing secondary displacement and stable fixation of bone fragments. Therefore in such cases, used titanium mini plate with the "blade". Fractures type C is the most difficult to correctly reposition, fixation of bone fragments in such cases is complicated by their size and number. In such cases it is necessary to use plates with additional fixing elements and additional screws, for the purpose of fixation of small bone fragments of metacarpal head articular surface.

Conclusions. Metacarpal head and neck fractures constitute essential breach of hand function and can lead to permanent contracture in metacarpo – phalangeal joints. Open reposition and osteosynthesis with mini plates – the best treatment for unstable, multi-fragmentary fractures of metacarpal neck and head. Stable osteosynthesis

Таб. 3 Класифікація переломів п'ясної кістки
Tab. 3 Metacarpal fractures classification

<p>1. Простий позасуглобовий перелом головки п'ясної кістки (25 – А1.1)</p> <p>2. Внутрішньосуглобовий сагітальний перелом головки п'ясної кістки (25 – В 1.2)</p> <p>3. Багатоуламковий внутрішньосуглобовий перелом головки та простий метафізарний перелом п'ясної кістки (25 – С 1.3)</p>	
---	--

розміром та кількістю. У таких випадках використовували пластини з додатковими елементами фіксації та додаткові гвинти з метою фіксації дрібних уламків суглобової поверхні п'ясної кістки.

Висновки. Переломи ділянки шийки та головки п'ясної кістки спричиняють суттєве порушення функції кисті та можуть спричинити стійкі контрактури в п'ясно-фалангових суглобах. Відкрита репозиція та металоостеосинтез мініпластинами – оптимальний метод лікування нестабільних, багатоуламкових переломів шийки та головки п'ясних кісток. Стабільний остеосинтез дозволяє рухову активність у п'ясно-фалангових суглобах

Переломи шийки п'ясної кістки з допустимим кутівим зміщенням можуть лікуватися консервативно у функціональній пов'язці за умови стабільної фіксації уламків. Важливими аспектами хірургічного лікування переломів головки та шийки п'ясної кістки є стабільний функціональний синтез, усунення зміщення уламків, відновлення вісі та довжини кістки, усунення ротаційного зміщення, максимальне зменшення контакту структур, що ковзають, а саме сухожилків розгиначів з металофіксатором. Повторне оперативне втручання з приводу видалення металофіксаторів може бути проведене за бажанням пацієнта. Безумовно, оперативне лікування переломів п'ясних кісток має велику

allows motor activity in metacarpophalangeal joints. Metacarpal neck fractures with allowable angular deflection can be treated conservatively in the functional bandage, provided stable fixation of bone fragments. Important aspects of surgical treatment of metacarpal head and neck fractures are stable, functional synthesis, elimination of displacement of fragments, restoration of axis and the length of the bone, eliminating rotational displacement, the maximum decrease of the contact structures that slide out, namely the extensor tendons with metal fixator. The second surgical intervention for removal of mini plate can be performed at the patient's request. Of course, the operative treatment of metacarpal bones fractures has a lot of advantages in comparison with the conservative, but there are drawbacks, mainly associated with typical complications of surgical treatment. Surgical treatment of metacarpal bone fractures provided the proper election metal fixator and there are clear indications – treatment method that avoids the unsatisfactory results of treatment such as nonunions, contractures in metacarpophalangeal joints and impaired function of the hand. Fractures of metacarpal head type A can be synthesized by conventional mini plates, fractures of type B –



кількість переваг у порівнянні з консервативним, але існують і недоліки, що в основному пов'язані з типовими ускладненнями хірургічного лікування. Хірургічне лікування переломів п'ястих кісток, за умови вибору належного металофіксатора та наявності чітких показів – метод лікування, що дозволяє уникнути незадовільних результатів лікування, таких як незрощення контрактури в п'ястно-фалангових суглобах та порушення функції кисті. Переломи головки п'яної кістки типу А можуть бути синтезовані типовими мініпластинами, переломи типу В – мініпластинами з «клинком» або іншим додатковим елементом фіксації, переломи типу С – мініпластиною з додатковими елементами фіксації уламків у кількох площинах.

mini plates with the "blade", or other additional fixation element, fractures type C is a mini plate with additional elements of fixation of bone fragments in several planes.

Література / References

1. Afshar R, Fong TS, Hadi Latifi M, *et al.* A biomechanical study comparing plate fixation using unicortical and bicortical screws in transverse metacarpal fracture models subjected to cyclic loading. *J Hand Surg.* 2011; Epub ahead of print.
2. Axelrod TS. Metacarpal Fractures. *Hand Surgery Update* 2. 1999 ;11-17.
3. Boulton CL, Salzler M, Mudgal CS. Intramedullary cannulated headless screw fixation of a comminuted subcapital metacarpal fracture: case report. *J Hand Surg.* 2010; 35-A:1260–1263
4. Freeland, A.E. Hand fractures: repair, reconstruction and rehabilitation / A.E. Freeland. - Churchill Livingstone, 2000. 291 p
5. Hoving JL, Buchbinder R, Hall S, Lawler G, Coombs P, McNealy S, Bird P, Connell D: A comparison of Magnetic Resonance Imaging, Sonography and radiography of the hand in patients with Early Rheumatoid Arthritis. *J Rheumatol* 2004, 31:663–75.
6. Smith W.R., Ziran B.H., Anglen J.O., Stahel P.F., Locking plates: Tips and Tricks // *J. Bone Joint Surg.*-2008.-Vol.89A.-№10.-P.2298-2307.
7. Stahl S., Schwartz O. Complications of K-wire fixation of fractures and dislocations in the hand and wrist//*Arch. Orthop. Trauma Surg.* -2001. Vol. 121. -P. 54-61.