

**МІНІСТЕРСТВО ОХОРОНИ ЗДОРОВ'Я УКРАЇНИ**  
**НАЦІОНАЛЬНА МЕДИЧНА АКАДЕМІЯ ПІСЛЯДИПЛОМНОЇ ОСВІТИ**  
**ІМЕНІ П.Л. ШУПИКА**

Кваліфікаційна наукова  
праця на правах рукопису

**ГЕРАСИМЮК БОГДАН СТЕПАНОВИЧ**

УДК 617.3; 616-089.23; 616-001; 615.477.2; 616-089.28/.29

**ДИСЕРТАЦІЯ**

**ОПТИМІЗАЦІЯ ДІАГНОСТИКИ ТА ЛІКУВАННЯ АХІЛОБУРСИТУ**

Подається на здобуття наукового ступеня доктора філософії  
в галузі 22 Охорона здоров'я за спеціальністю 222 Медицина  
(спеціалізація 14.01.21 – «Травматологія та ортопедія»)

Дисертація містить результати власних досліджень. Використання ідей,  
результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

  
\_\_\_\_\_ Б.С. Герасимюк

Науковий керівник: Мовчан Олександр Степанович, доктор медичних наук  
професор

Київ – 2020

## АНОТАЦІЯ

*Герасимюк Б.С.* Оптимізація діагностики та лікування ахілобурситу. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора філософії в галузі 22 Охорона здоров'я за спеціальністю 222 Медицина (спеціалізація 14.01.21 – «Травматологія та ортопедія»). – Національна медична академія післядипломної освіти імені П.Л. Шупика, Київ, 2020.

В дисертаційній роботі наведено основні принципи діагностики та лікування ахіллобурситу (АБ), визначено діагностичну точність клінічних та інструментальних тестів, проведено біомеханічне дослідження за допомогою комп'ютерного моделювання, розроблений алгоритм дифференційної діагностики та лікування, впроваджено застосування ортопедичних устілок-підп'ятників висотою 20,0 мм в лікувальному процесі.

На основі клінічних, функціональних, інструментальних, математико-статистичних методів та методу комп'ютерного моделювання вивчено клінічні, інструментально-діагностичні та біомеханічні показники, що характеризують наявність АБ, його перебігу, а також параметри, що відображають стан хворих у періоді лікування.

Матеріалом стали дані 71 пацієнта з ахіллобурситом (93 випадки захворювання), які проходили лікування в травматологічних відділеннях фірми «Бессарабський лікувально-діагностичний центр»-ПП та міської клінічної лікарні № 8 м. Києва в період з 2016 по 2020 роки.

Клінічне дослідження проведено у всіх пацієнтів 71 особа (100%). Серед інструментальних методів дослідження застосовувалась рентгенографія (100%), сонографія (100%), магнітно-резонансна томографія (100%).

В роботі досліджено причини пізнього звернення, механізми дії травмуючих факторів та гендерні особливості при АБ. Визначено якість життя пацієнтів за шкалами фізичного функціонування, соціальної активності та життєздатності, а також психічного здоров'я. Вивчено діагностичну точність

тестів під час клінічного та функціонального дослідження. Проаналізовано результати рентгенографії, сонографії та магнітно-резонансної томографії (МРТ), досліджені показники чутливості і специфічності діагностичних критеріїв. Досліджені значення показників напружено-деформованого стану структур заднього відділу стопи та їх взаємозв'язки у пацієнтів з АБ в різних біомеханічних умовах. За результатами проміжних результатів окремих етапів дослідження був розроблений алгоритм діагностики та лікування. Проведено лікування пацієнтів шляхом впровадження запропонованого лікувально-діагностичного алгоритму та включення в комплекс лікувальних заходів застосування ортопедичних устілок-підп'ятників висотою 20,0 мм, розроблено практичні рекомендації.

Визначено, що ахіллобурсит достовірно частіше зустрічається серед осіб жіночої статі, ніж чоловічої — 73,3% проти 26,7% відповідно. Встановлено більшу долю правобічної патології (42,2%), порівняно з лівобічною (26,8%) та двосторонньою (31,0%).

Вивчено, що особливістю патології є несвоєчасна верифікація діагнозу, зі співвідношенням раннього та пізнього виявлення – 32,3% до 67,7% за причини помилкової діагностики заднього п'яткового ентезофіту (42,8 %), розтягнення АС (25,4 %) та тендінопатії/тендиніту АС (22,2 %).

Встановлено, що в 55,9% випадків захворюванню передували заняття спортом, в 29,1% випадків хворі відмічали підвищене навантаження в побуті. Травму відмічали лише в 15,0% випадків.

Аналіз стандартизованих показників якості життя за даними опитувальника SF-36 показав, що загальний стан здоров'я пацієнтів з ахіллобурситом оцінювався нижче середнього ( $p < 0,05$ ): для хворих були характерними більш низькі показники шкал фізичного функціонування ( $p < 0,05$ ), соціальної активності і життєздатності ( $p < 0,05$ ). Хворі чоловічої статі мали кращі показники якості життя в порівнянні з пацієнтами жіночої статі ( $p < 0,05$ ), особливо за показниками психічного здоров'я ( $p < 0,05$ ).

Встановлено, що наявність больового синдрому задніх відділів стопи було наділено високою чутливістю (92,4%) та низькою специфічністю (37,5%), діагностичною точністю - 75,9% та високою частотою хибно-позитивного результату (62,5%).

Діагностична чутливість гіперемії у власному дослідженні була невисокою і склала 25,8% з високою вірогідністю хибно-негативного результату (74,2%). Деформація в ділянці п'яtkового горба мала невелику діагностичну точність та склала 30,8% з високою частотою хибно-позитивного (85,0%) та хибно-негативного (62,3%) результатів. Показники чутливості та специфічності мали низькі значення – 37,6% та 15,0 % відповідно.

Доведено, що важливими клініко-діагностичними ознаками при ахіллобурситі є наявність навколосухожильного набрякового синдрому в проекції зап'яtkової бурси (чутливість тесту – 65,6%, специфічність – 100,0%. діагностична точність – 76,0%) та наявності функціональних розладів – обмеження дорсальної флексії стопи (чутливість тесту – 83,8%, специфічність – 27,5%) Причому діагностична значимість останньої ознаки підтверджується низькою вірогідністю хибно-позитивного (4,0%) та хибно-негативного (2,0%) результатів.

Важливою клініко-діагностичною ознакою в нашій роботі, що підтверджує ахіллобурсит, був позитивний тест здавлювання бурси (чутливість тесту - 96,7%, специфічність – 95,0%, діагностична точність – 96,2%). Діагностична значимість цієї ознаки підтверджується низькою вірогідністю хибно-позитивного (5,0%) та хибно-негативного (3,2%) результатів.

Аналізуючи ефективність критеріїв інструментальних методів діагностики, встановлено високу діагностичну точність наявності затемнення зап'яtkового карману при рентгенографії — 82,7%, при чутливості 78,5% та специфічності 92,5%. Критерій має високу прогностичну цінність позитивного результату (96,0%) та низьку частоту хибно-позитивного результату (7,5%). Визначено, що патологічні значення індексу Y. Tourné в діагностиці ахіллобурситу мають помірну діагностичну точність (60,9%), низьку чутливість

(44,1%), проте максимальні (100,0%) специфічність і прогностичну цінність позитивного результату. Досліджено, що цей критерій не дає хибно-позитивного результату та є високоспецифічним до окремого типу ахіллобурситу – синдрому Хагlundа.

Завдяки візуалізації зап'яткової бурси за допомогою сонографії встановлено 2 морфологічних типу бурситу — зі збільшеною в розмірах зап'ятковою сумкою (чутливість при цьому становила 45,1%, специфічність 100,0%, діагностична точність 61,6%) та сумку з потовщеною, ущільненою синовіальною оболонкою (чутливість склала 38,7%, специфічність 100,0%, діагностична точність 57,1%). Також у дослідженні встановлено більшу діагностичну точність даних критеріїв при МРТ — чутливість становила 54,8% та 45,2% відповідно при максимальному значенні специфічності з відсутністю хибно-позитивного результату.

За аналізу інструментальних діагностичних критеріїв встановлено, що у 64,0 % випадків потовщення АС спостерігалось збільшення задньо-верхніх відділів п'яткової кістки (індекс *Y. Tourné* менше 2,5), в 19 з 23 (82,6 %) випадків потовщення синовіальної оболонки зап'яткової бурси було зафіксовано потовщення АС.

В процесі дослідження значень напружено-деформованого стану (НДС) структур заднього відділу стопи за допомогою математичних підрахунків та комп'ютерного моделювання встановлено, що напруження на ахілловому сухожиллі змінюються при різних положеннях стопи, але залишається на порядок вище в моделях з ізолюваним зап'ятковим бурситом і синдромом Хагlundа у порівнянні з інтактною моделлю – відповідно на 10,1-28,4 % та 68,6-121,2 % у положенні тильної флексії стопи в акті ходи (задній поштовх). Значення напружень на ахілловому сухожиллі при переході з нейтрального положення у положення тильної флексії стопи на моделі із зап'ятковим бурситом на 10,2%, а на моделі з синдромом Хагlundа на 68,6% більші, ніж на інтактній моделі. За результатами імітаційного моделювання з визначенням НДС структур заднього відділу стопи виявлено причинно-наслідковий зв'язок

між патологічним процесом при ізольованому зап'ятковому бурситі / синдромі Haglund та розвитком супутніх дегенеративних змін (тендінопатії) внаслідок локального перенавантаження АС. Також встановлено, що зміна кута атаки АС при застосуванні підп'ятників висотою 10 та 20 мм призводить до зменшення максимальних значень НДС на зап'ятковій бурсі, п'ятковому горбі та АС на 20,0-30,0 % відповідно. Згідно даних отриманих при дослідженні біомеханічних взаємозв'язків структур заднього відділу стопи, були розроблені рекомендації щодо застосування в комплексі лікування у пацієнтів з ахіллобурситом ортопедичних устілок-підп'ятників з висотою підйому до 20 мм.

За результатами дослідження запропонована класифікація ахіллобурситу, яка включає три типи: ексудативний тип (31,1% випадків), проліферативний (24,7%) та синдром Хаглунда (44,1%). Для кожного з типів розроблена диференційна лікувальна тактика. Аналізуючи результати лікування пацієнтів з ахіллобурситом було встановлено достовірне зменшення больового синдрому ( $p < 0,05$ ) з більш меншими показниками за ВАШ болю при додатковому застосовуванні ортопедичних устілок-підп'ятників ( $p_1 < 0,05$ ). Запропонована тактика лікування сприяє покращенню параметрів якості життя SF-36 за показниками сумарного фізичного та психологічного здоров'я ( $p < 0,05$ ).

Використання в процесі лікування ортопедичних устілок-підп'ятників висотою 20,0 мм дозволяє досягти достовірно більш високих показників фізичної активності ( $p < 0,05$ ), ефективного зниження больового синдрому ( $p < 0,05$ ) та скорочення терміну реабілітації на 35,6% при різних типах ахіллобурситу. Також застосування запропонованих устілок у хворих з синдромом Хаглунда достовірно підвищує довгострокові (3 місяця) результати за шкалою AOFAS.

**Ключові слова:** ахіллобурсит, синдром Хаглунда, тендопатія, ахіллове сухожилля, чутливість, специфічність, комп'ютерне моделювання, напружено-деформований стан, ортопедичні устілки.

## SUMMARY

*Gerasimiyuk BS. Optimization of diagnosis and treatment of Achillobursitis. — Qualifying scientific work on the rights of the manuscript.*

Dissertation for the Doctor of Philosophy in Field of study - 22 Healthcare, Specialty 222 Medicine (14.01.21 "Traumatology and Orthopedics" Specialization). — Shupyk National Medical Academy of Postgraduate Education, Kyiv, 2020.

In the dissertation the basic principles of diagnosis and treatment of Achillobursitis (AB) are presented by studying the diagnostic accuracy of clinical and instrumental tests, performed biomechanical research using computer modeling, developed an algorithm for differential diagnosis and treatment and introduced the use of orthopedic insoles with a height of 20.0 mm in the treatment.

On the basis of clinical, functional, instrumental, mathematical and statistical methods and the method of computer simulation, the clinical, anatomical and biomechanical parameters that characterize achillobursitis (AB), as well as parameters that reflect the condition of patients in the treatment period were studied.

Data of 71 patients with AB (93 cases) who underwent treatment at the traumatology department of the firm "Bessarabian medical and diagnostic center" -PP and City Clinical Hospital № 8, Kyiv, from 2016 to 2020 were taken as a material.

All patients (71 persons, 100,0%) were involved in the clinical study. The instrumental methods of study included radiography (100,0%), sonography (100,0%), magnetic resonance imaging (100,0%).

The reasons of late seeking medical attention, mechanisms of action of traumatic factors and gender characteristics in patients with AB were investigated. The quality of life of patients on the scales of physical functioning, social activity and viability, as well as mental health were analyzed. The diagnostic value of the tests during clinical and functional studies was studied. The results of radiography, sonography and magnetic resonance imaging (MRI) are analyzed, sensitivity and specificity of diagnostic criteria are investigated, classification of AB and differential treatment tactics were developed. Patients were treated by implementing the proposed

treatment-diagnostic algorithm and providing orthopedic heel-lift insoles into the complex of medical measures, and recommendations were developed.

It is determined that AB is significantly more common among female than male — 73,3% versus 26,7%, respectively. A higher proportion of right-sided pathology (42,2%) was established compared to left-sided (26,8%) and bilateral (31,0%).

It is studied that the feature of the pathology is the delayed verification of the diagnosis, with the ratio of early and late detection – 32,3% to 67,7% due to the hyperdiagnosis of posterior heel spur(42,8%), distension (25,4%) and tendinopathy / tendinitis (22,2%) of Achilles tendon.

It was found that in 55,9% of cases the disease was preceded by sports, in 29,1% of cases the patients noted an increased load in everyday life. Trauma was noted in only 15,0% of cases.

The analysis of standardized indicators of the quality of life showed that the overall health status of patients with SMPS was below average ( $p < 0,05$ ), patients were characterized by lower scores of physical functioning ( $p < 0,05$ ), social activity and viability ( $p < 0,05$ ). Male patients had better indicators of the quality of life using SF-36 questionnaires than female patients ( $p < 0,05$ ), especially in terms of mental health indicators ( $p < 0,05$ ).

It was found that the presence of posterior pain was endowed with high sensitivity (92,4%) and low specificity (37,5%), diagnostic efficiency – 75,9% and high frequency of false-positive result (62,5%).

Diagnostic sensitivity of hyperemia in our own study was low and amounted to 25,8% with a high probability of false-negative result (74,2%). The diagnostic accuracy of deformation in the area of the heel hump was low and amounted to 30,8% with a high frequency of false-positive (85,0%) and false-negative (62,3%) results. Sensitivity and specificity indicators were low – 37,6% and 15,0%, respectively.

It is proved that the important clinical and diagnostic signs of achillobursitis are the presence of the edema in the projection of the retrocalcaneal bursa (sensitivity



– 65,6%, specificity – 100,0%, diagnostic efficiency – 76,0%) and the presence of functional disorders - limitation of dorsal flexion of the foot (sensitivity – 83,8%, specificity – 27,5%) Moreover, the diagnostic significance of the latter sign is confirmed by the low probability of false-positive (4,0%) and false-negative (2,0%) results.

An important clinical diagnostic feature in our work, which confirms achillobursitis, was a positive test of compression of the bursa (sensitivity of the test – 96,7%, specificity – 95,0%, diagnostic efficiency – 96,2%), and the diagnostic significance of the sign is confirmed by a low probability -positive (5,0%) and false-negative (3,2%) results.

The analysis of the effectiveness of the criteria of the instrumental methods of diagnostics revealed the high diagnostic efficiency of the eclipse retrocalcaneal recess in radiography – 82,7%, with a sensitivity of 78,5% and a specificity of 92,5%. The criterion has a high predictive value of positive result (96,0%) and a low frequency of false positive result (7,5%). Pathological values of the Y. Tourné index in the diagnosis of achillobursitis were found to have moderate diagnostic efficacy (60,9%), low sensitivity (44,1%), but maximum (100,0%) specificity and prognostic value of the positive result. It has been investigated that this criterion does not produce a false-positive result and is highly specific to a particular type of achillobursitis - Haglund syndrome.

Thanks to the visualization of the bursal bursa by means of sonography, 2 morphological types of bursitis were established - with an enlarged size of a retrocalcaneal bursa (sensitivity was 45,1%, specificity 100,0%, diagnostic accuracy 61,6%) and a bursa with thickened, compacted synovial sheath (sensitivity was 38,7%, specificity 100,0%, diagnostic accuracy 57,1%). Also, the study found greater diagnostic efficacy of these criteria for MRI - sensitivity was 54,8% and 45,2%, respectively, with the maximum value of specificity with no false-positive result.

Analysis of the diagnostic criteria for instrumental diagnostics revealed that 64,0% of cases of Achilles tendon thickening were diagnosed with an increase in the posterior-upper part of the calcaneus (Y. Tourné index less than 2,5), in 19 of 23

(82,6%) cases thickening of the synovial sheath of the retrocalcaneal bursa, the thickening of the achilles tendon was recorded.

In the study of the stress-strain state (SSS) values of the rear foot structures using mathematical calculations and computer simulations, it was found that the stress on the achilles tendon changes at different positions of the foot, but remains an order of magnitude higher in models with isolated retrocalcaneal bursitis and Haglund syndrome compared to the intact model - by 10,1... 28,4% and 68,6... 121,2%, respectively, in dorsal flexion of the foot in the act of walking. The stresses on the Achilles tendon in the transition from neutral to dorsal flexion of the foot on the model with retrocalcaneal bursitis by 10.2%, and on the model with Haglund syndrome by 68,6% higher than on the intact model. As a result of simulation modeling with the determination of the SSS of the structures of the posterior foot, a causal relationship was found between the pathological process in isolated retrocalcaneal bursitis / Haglund syndrome and the development of concomitant degenerative changes (tendinopathy) due to local AT overload. It is also found that changing the angle of attack of the AT leads to a decrease in the maximum SSS values on the retrocalcaneal bursa, heel bump and the AT by 20,0-30,0%. According to the data obtained during the study of the biomechanical interconnections of the structures of the posterior foot, recommendations were made for the use of orthopedic heel-lift insoles with lifting height up to 20.0 mm in treatment in patients with achillobursitis.

According to the results of the study, a working classification of achillobursitis is proposed, which includes three types: exudative type (31,1% of cases), proliferative (24,7%) and Haglund syndrome (44,1%). Differential treatment tactics were developed for each of the types. Analyzing the results of treatment, a significant reduction in pain ( $p < 0.05$ ) was found with lower rates on VAS with the additional use of orthopedic insoles ( $p_1 < 0.05$ ). The proposed treatment tactics help to improve the quality of life of SF-36 in terms of physical and mental health ( $p < 0.05$ ).

The use of 20.0 mm orthopedic insoles in the treatment allows to achieve significantly higher values of physical activity ( $p < 0.05$ ), effective reduction of pain

( $p < 0.05$ ) and shortening the rehabilitation period above 35,6% for various types of achillobursitis. Also, the use of the proposed insoles in patients with Haglund syndrome significantly increases long-term (3 months) results on the AOFAS scale.

**Keywords:** achillobursitis, Haglund syndrome, tendopathy, Achilles tendon, sensitivity, specificity, computer simulation, stress-strain state, orthopedic insoles.

## СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

1. Герасимюк БС. Эффективность оперативного метода лечения у больных с хроническим травматическим ахиллобурситом. *Сучасні теоретичні та практичні аспекти клінічної медицини* : тези доп. міжнар. наук.-практ. конф.; Одеса, 22-24 квітня 2015. Одеса; 2015. с. 202.
2. Герасимюк БС. Визначення пріоритетних критеріїв у рентгенодіагностиці хворих з ретрокальканіальним бурситом. *Літопис травматології та ортопедії*. 2016;1-2:19-21.
3. Герасимюк БС. Кореляція патологічних змін інсерційного апарату ахіллового сухожилля з тривалістю захворювання у хворих на зап'ятковий ахіллобурсит. *Інновації в медицині* : тези доп. наук.-практ. конф. із міжнародною участю; Івано-Франківськ, 24-25 березня 2016. Івано-Франківськ; 2016. с. 222.
4. Герасимюк БС. Діагностична цінність ультразвукового методу дослідження хворих із зап'ятковим ахіллобурситом. *Сучасні теоретичні та практичні аспекти клінічної медицини* : тези доп. наук.-практ. конф.; Одеса, 21-22 квітня 2016. Одеса; 2016. с. 101.
5. Герасимюк БС, Мовчан ОС. Ультразвукова діагностика зап'яткового ахіллобурситу травматичного генезу. *Травма*. 2016;2:108-110.
6. Мовчан ОС, Герасимюк БС. Визначення комплексу порушень інсерційного апарату ахіллового сухожилля у хворих з зап'ятковим ахіллобурситом травматичного генезу за допомогою ультразвукових методів дослідження. *XVII з'їзд ортопедів-травматологів України: збірник наук. праць*; Київ, 5-7 жовтня 2016. Київ; 2016. с. 319.
7. Мовчан ОС, Герасимюк БС, Процик АІ, Білоножкін ГГ. Визначення ефективності консервативного та оперативного методів лікування хворих із зап'ятковим бурситом. *Інновації в медицині: досягнення молодих вчених*

- : матер. наук.-практ. конф. з міжнар. участю; Київ, 18 травня 2017. Київ; 2017. с. 75-77.
8. Герасимюк БС, Мовчан АС, Сторч НН. Комплексный подход в лечении больных с запяточным бурситом. *Хирургия поврежденных, критические состояния. Спаси и сохрани* : тез. пироговского форума с междунар. уч.; Москва, 25-26 мая 2017. Москва; 2017. с. 305.
  9. Герасимюк БС. Некоторые рентгенодиагностические критерии запяточного бурсита. *Хирургия поврежденных, критические состояния. Спаси и сохрани* : тез. пироговского форума с междунар. уч.; Москва, 25-26 мая 2017. Москва; 2017. с. 53-55.
  10. Герасимюк БС. Місце простої резекції п'яткової кістки у комплексі лікування хворих з зап'ятковим бурситом. *Хист.* 2017;19:460-460.
  11. Герасимюк БС, Мовчан АС, Лазарев ИА, Процик АИ, Белоножкин ГГ. Исследование значений напряжений на ахилловом сухожилии при запяточном бурсите (с- или без синдрома Хаглунда) в различных биомеханических условиях. *Актуальные вопросы медицины: мат. междунар. науч.-практ. конф.*; Баку, Азербайджан, 10-12 апреля 2019. Баку; 2019. с. 125-125.
  12. Лазарев ИА, Герасимюк БС, Скибан МВ, Мовчан АС. Исследование напряженно-деформированного состояния структур заднего отдела стопы на моделях с запяточным бурситом и синдромом Haglund. *Актуальні питання лікування ортопедичної патології та наслідків травм опорно-рухової системи* : мат. наук.-практ. конф. з міжнар. уч.; Дніпро, 19-20 вересня 2019. Дніпро; 2019. с. 24-26.
  13. Герасимюк БС. Исследование напряженно-деформированного состояния структур заднего отдела стопы в разных биомеханические условиях. *Medicine under the modern conditions of integration development of European*

- countries* : int. scien. conf. proceedings; Lublin, 10-11 may 2019. Lublin; 2019. p. 225-228.
14. Герасимюк БС, Мовчан АС. Редкий клінічний випадок зап'яточного бурсита ревматоїдної етіології. *Ревматологія 21 століття* : тези доп. наук.-практ. конф.; Одеса, 26-27 вересня 2019. Одеса; 2019. с. 10-12.
15. Лазарев ІА, Герасимюк БС, Мовчан ОС, Скибан МВ. Дослідження напружено-деформованого стану ахіллового сухожилля на моделях стопи із синдромом Haglund'a та зап'ятковим бурситом. *XVIII з'їзд ортопедів-травматологів України*: збірник наук. праць; Івано-Франківськ, 9-11 жовтня 2019. Івано-Франківськ; 2019. с. 182.
16. Герасимюк БС, Лазарев ІА, Мовчан ОС, Скибан МВ. Експериментальне дослідження напружено-деформованого стану структур задніх відділів стопи на моделях стопи із зап'ятковим бурситом та синдромом Haglund'a в різних біомеханічних умовах. *Збірник наукових праць співробітників НМАПО імені П.Л. Шупика*. 2019;33:5-12.
17. Лазарев ІА, Герасимюк БС, Мовчан ОС, Скибан МВ. Біомеханічний аналіз поведінки структур заднього відділу стопи в акті ходьби при зап'ятковому бурситі й синдромі Haglund. *Травма*. 2019;6:108-110. doi: 10.22141/1608-1706.6.20.2019.186030
18. Герасимюк БС. Визначення ефективності застосування ортопедичних устілок-підп'ятників в комплексі консервативного лікування хворих із ахіллобурситом. *Young Science 2.0*: збірник мат. всеукр. наук.-практ. інтернет-конф.; Київ, 19 лютого 2020. Київ; 2020. с.14-16.
19. Herasimyuk BS, Lazarev IA. Biomechanical Aspects Of The Achilles Tendinopathy Development In Retrocalcaneal Bursitis And Haglund Syndrome. *Conceptual options for the development of medical science and education*: collective monograph. Riga; 2020. p. 98-122. ISBN 978-9934-588-44-0.

20. Gerasimyuk B, Lazarev I, Movchan O, Skyban M. Insertional Achilles tendinopathy in patients with Haglund's syndrome: results of computer modeling and biomechanical research. *Journal of Education, Health and Sport*. 2020;10(7):396-420. eISSN 2391-8306. DOI <http://dx.doi.org/10.12775/JEHS.2020.10.07.042>
21. Gerasimyuk B, Lazarev I, Movchan O, Skyban M. Stress-strain distribution in the model of retrocalcaneal bursitis by using heel-elevation insoles. *EUREKA: Health Sciences*. 2020;6:12-20. ISSN 2504-5660. <https://doi.org/10.21303/2504-5679.2020.001444>

## ЗМІСТ

АНОТАЦІЯ .....	2
СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ .....	12
ЗМІСТ .....	16
ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ .....	18
ВСТУП .....	19
<b>РОЗДІЛ 1. ДОСЛІДЖЕННЯ СУЧАСНОГО СТАНУ ПРОБЛЕМИ ДІАГНОСТИКИ ТА ЛІКУВАННЯ АХІЛЛОБУРСИТУ</b>	
1.1. Дослідження анатомічних та фізіологічних особливостей структур заднього відділу стопи у хворих з ахіллобурситом.....	27
1.2. Діагностика хворих з ахіллобурситом .....	29
1.3. Основні принципи лікування ахіллобурситу .....	32
<b>РОЗДІЛ 2. МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ</b>	
2.1. Планування роботи .....	36
2.2. Загальна характеристика обстежених хворих .....	37
2.3. Методи дослідження .....	42
2.4. Статистична обробка .....	53
2.5. Забезпечення вимог біоетики .....	55
<b>РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ ДІАГНОСТИЧНОЇ ЦІННОСТІ КЛІНІЧНИХ ТЕСТІВ ТА ІНСТРУМЕНТАЛЬНИХ МЕТОДІВ ДІАГНОСТИКИ</b>	
3.1. Особливості перебігу ахіллобурситу, оцінка якості життя пацієнтів, діагностична чутливість та специфічність клінічних тестів .....	56
3.2. Діагностична точність інструментальних методів дослідження .....	72
3.3. Обґрунтування запропонованого алгоритму діагностики та лікування ахіллобурситу.....	85
<b>РОЗДІЛ 4. ДОСЛІДЖЕННЯ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ СТРУКТУР ЗАДНЬОГО ВІДДІЛУ СТОПИ У РІЗНИХ БІОМЕХАНІЧНИХ УМОВАХ</b>	
4.1. Дослідження напружено-деформованого стану структур заднього відділу стопи при ахіллобурситі в акті ходи та стоянні .....	90



4.2. Дослідження динаміки показників напружено-деформованого стану структур заднього відділу стопи в акті ходи та стоянні в умовах різних властивостей зап'яткової бурси .....	120
4.3. Біомеханічне обґрунтування застосування ортопедичних устілок-підп'ятників при ахіллобурситі .....	128
Розділ 5. РЕЗУЛЬТАТИ ЛІКУВАННЯ ПАЦІЄНТІВ З АХІЛОБУРСИТОМ...	136
АНАЛІЗ ТА УЗАГАЛЬНЕННЯ ОТРИМАНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ .....	152
ВИСНОВКИ .....	167
ПРАКТИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ .....	170
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ .....	171
ДОДАТКИ .....	182

**ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ**

SF-36 - The Short Form Survey-36

АС – ахіллове сухожилля

ВАШ – візуальна аналогова шкала

ЗБ – зап'ятковий бурсит

МРТ – магнітно-резонансна томографія

НДС – напружено-деформований стан

НПЗП – нестероїдні протизапальні препарати

СЕ – скінчено елементна

УЗД – ультразвукове дослідження

## ВСТУП

### **Актуальність проблеми.**

Відомо, захворювання чи безпосередньо розрив ахіллового сухожилка (АС) – це серйозна патологія опорно-рухової системи, оскільки в значній мірі відображається на рівні фізичної активності та професійних здібностях пацієнта [96, 102, 104].

Захворювання ахіллового сухожилля відносять до категорії найбільш частих серед спортсменів патологій. Відзначаючи їх широку поширеність, різні автори вказують, що вони становлять від 6,5 до 18% загального числа патологічних станів опорно-рухової системи при заняттях спортом [96, 102]. У роботах, присвячених цій темі, наводять дані, які вказують, що захворювання ахіллового сухожилля розвиваються переважно у осіб, які займаються спортом, насамперед, легкою атлетикою (біг на середні і довгі дистанції, стрибки в довжину і висоту). Причому кількісні показники коливаються від 25 до 66% щодо інших видів спорту [88, 104].

Але, якщо раніше захворювання ахіллового сухожилля зустрічались переважно у спортсменів, то протягом останніх десятиліть відзначають зростання кількості випадків захворювання серед людей, які не займаються спортом професійно чи не займаються зовсім [103]. Цей факт свідчить про потребу у переосмисленні та більш детальному дослідженні етіології, патогенезу та перебігу захворювань ахіллового сухожилка.

Окреме місце посеред всіх захворювань заднього відділу стопи посідає зап'ятковий ахіллобурсит. Вперше запальний процес у синовіальній бурсі між АС та задньо-верхньою частиною п'яtkової кістки, як одна з причин ахіллодинії, був описаний Rossler у 1895 році [71].

За довгу історію дослідження було зроблено багато спроб пояснити етіологію та патогенез цього захворювання [30, 41, 47, 58, 62, 64, 71, 73, 75, 90], створити специфічні діагностичні критерії [13, 19, 23, 64, 82] та розробити ефективну методику хірургічного втручання [2, 23, 41, 45, 50, 60, 62, 91, 94, 95,

103]. Але різні, іноді навіть протилежні, результати лікування [7, 59, 63, 72, 74] дозволяють зробити висновки, що методологія діагностики та лікування пацієтів з зап'ятковим ахіллобурситом потребує подальшого дослідження та вдосконалення. Також останнім часом все частіше в наукових роботах [4, 33, 40, 43] згадується про наявність супутніх захворювань АС у хворих з зап'ятковим бурситом і синдромом Хаглунда. Це вказує на комплексність патологічних змін структур заднього відділу стопи у хворих з ахіллобурситом і важливість подальшого біомеханічного дослідження взаємозв'язку ахіллобурситу та супутньої тендінопатії АС.

На сучасному етапі є можливість застосовувати в повному обсязі інформативні інструментальні методи діагностики, такі як рентгенографія, магнітно-резонансна томографія та сонографія. Складнощі діагностики цієї нозологічної форми полягають у тому, що клінічна симптоматика нерідко імітує симптоми інших захворювань, таких як субтотальне пошкодження АС, інсерційна тендопатія АС [48, 53], задній імпінджмент-синдром надп'яtkовогомілкового суглоба [65], тому часто в подібних випадках виставляється помилковий діагноз. Це призводить до некоректної тактики лікування. Зокрема, рентгенологічне обстеження проводиться в обов'язковому порядку у всіх хворих з ахіллобурситом. Але запропоновано різні рентгендіагностичні критерії, які мають невисоку діагностичну точність та високу частоту хибно-негативного результату [98]. За останній час опубліковано ряд робіт, присвячених вивченню діагностичних можливостей сонографії у дослідженні зап'яtkової бурси [24, 51, 101]. Магнітно-резонансна томографія (МРТ) порівняно з сонографією є більш дорожчою та технічно складнішою. В діагностиці захворювань заднього відділу стопи обидва методи мали схожу специфічність, але МРТ мала кращу чутливість 95% проти 80% [12]. Проте, цей метод забезпечує найкращу та, саме головне, одночасну візуалізацію м'яких тканин, дозволяє визначити всі елементи заднього відділу стопи, що неможливо при застосуванні інших методів [12, 57, 67, 93].

На жаль, в багатьох випадках можливості сонографії та МРТ дискредитуються неправильним проведенням діагностичних досліджень і некоректною інтерпретацією отриманих результатів. В зв'язку з цим, великого значення набуває питання оцінки якості діагностики, тому в роботі планується провести науково обґрунтований аналіз точності різних діагностичних досліджень при зап'ятковому бурситі.

На сьогодні запропоновано багато як медикаментозних (у поєднанні з фізіопроцедурами), так і хірургічних методів лікування. Але не створений єдиний лікувально-діагностичний алгоритм для цього захворювання: окремі питання щодо діагностики та лікування розглядаються в літературі незалежно один від одного. На нашу думку, цей факт створює труднощі для практикуючого лікаря, подовжує термін лікування одночасно знижуючи його ефективність та підвищує ризик розвитку супутніх захворювань для пацієнта. Тому вихід з цього положення доцільно шукати в інтеграції усього накопиченого матеріалу, які вносять певну інформацію до питання про етіологію, патогенез, клінічний перебіг, діагностику та лікування ахіллобурситу.

#### **Зв'язок роботи з науковими планами, темами.**

Клінічне дослідження виконано за власною ініціативою, тематика прикладна, номер державної реєстрації науково-дослідної роботи 0120U104402.

**Мета дослідження:** покращити результати лікування пацієнтів з зап'ятковим ахіллобурситом шляхом вдосконалення діагностики та впровадження етіопатогенетично обґрунтованого підходу до лікування.

#### **Завдання дослідження.**

1. Вивчити гендерний та віковий розподіл пацієнтів з ахіллобурситом, клінічну семіотику захворювання, з'ясувати причини пізнього звернення.
2. Дослідити загальний стан здоров'я пацієнтів із ахіллобурситом за шкалами фізичного функціонування, соціальної активності і життєздатності.

3. Визначити діагностичну точність тестів під час клінічного та функціонального дослідження.
4. Визначити діагностичну точність, чутливість, специфічність, прогностичність позитивного та негативного результатів діагностичних критеріїв рентгенографії, УЗД та МРТ.
5. Дослідити напружено-деформований стан структур заднього відділу стопи при стоянні та в акті ходи на моделях з ахіллобурситом та синдромом Хаглунда в різних біомеханічних умовах. Вивчити вплив зміни кута атаки АС при застосуванні ортопедичних устілок-підп'ятників на значення напружено-деформованого стану зап'яткової бурси та АС.
6. Розробити алгоритм діагностики і лікування пацієнтів із ахіллобурситом, в основі якої буде закладений диференційований підхід до лікування.
7. Провести лікування пацієнтів із зап'ятковим ахіллобурситом шляхом впровадження запропонованого диференційного підходу до лікування, а також шляхом застосування в процесі лікування ортопедичних устілок-підп'ятників. Проаналізувати ранні та віддалені результати лікування.

**Об'єкт дослідження** – зап'яткова bursa.

**Предмет дослідження** – анамнестичні, клінічні, анатомічні, функціональні, морфологічні показники, що характеризують наявність зап'яткового бурситу, а також параметри, що відображають стан пацієнтів під час лікування.

**Методи дослідження.** Поставлені завдання вирішувалися за допомогою клінічних, функціональних, інструментальних, статистичних методів дослідження, а також методу комп'ютерного моделювання.

**Наукова новизна отриманих результатів.** Встановлено, що ахіллобурсит частіше (у 67,6%) зустрічається серед людей віком від 19 до 35 років, більш поширений серед жінок (73,3%), характеризується поступовим зростанням клінічної симптоматики (в 73,1% випадків), що призводить до великої (77,4%) частоти пізнього виявлення.

Вперше вивчено показники якості життя при ахіллобурситі за шкалою SF-36 – встановлено вірогідне зниження показників за шкалами фізичного функціонування, соціальної активності і життєздатності, причому гендерною особливістю синдрому були вірогідно вищі значення показників у пацієнтів чоловічої статі.

Доведено високу (96,2%) діагностичну точність тесту здавлювання зап'яткової бурси, помірну діагностичну точність для больового синдрому в проекції зап'яткової бурси та набряклості з двох сторін від АС в проекції зап'яткової бурси, низьку діагностичну точність для таких клінічних критеріїв, як деформація в ділянці п'яtkового горба, обмеження тильної флексії в надп'яtkово-гомілковому суглобі та гіперемії.

Встановлено високу діагностичну точність (82,7%) для затемнення зап'яtkового рецесусу. Визначено високий рівень специфічності та чутливості для МРТ та сонографії. Крім того доведено високу прогностичну цінність таких діагностичних критеріїв, як індекс Y. Toupiné, збільшення зап'яtkової бурси, потовщення/ущільнення синовіальної оболонки бурси, потовщення АС.

За результатами комп'ютерного моделювання встановлено, що максимальне напруження серед усіх структур заднього відділу стопи незалежно від положення стопи у надп'яtkово-гомілковому суглобі концентрується на АС. Разом з тим у моделях зап'яtkового бурситу та синдрому Хагlundа значення напруження були достовірно вищими ( $p < 0,001$ ), в порівнянні з нормальними значеннями. Доведена амортизуюча функція збільшеної зап'яtkової бурси за рахунок збільшення поверхні контакту з оточуючими структурами. Визначено, що максимальні значення напружень при зап'яtkовому бурситі та синдрому Хагlundа концентруються на задньо-верхніх відділах п'яtkової кістки (в зоні т.н. «деформації Хагlundа»), на відміну від яких, в нормі максимальні напруження локалізуються на задній поверхні п'яtkової кістки, передній стінці зап'яtkового рецесусу.

Вперше встановлено, що збільшення кута атаки АС за рахунок застосування ортопедичних устілок-підп'ятників висотою до 20,0 мм у хворих з

ахіллобурситом достовірно знижує показники НДС на різних структурах заднього відділу стопи в середньому на 20,0-30,0%.

Вперше розроблений діагностичний алгоритм ахіллобурситу. Виділено 3 типу ахіллобурситу: ексудативний (26,9% випадків), проліферативний (20,3%) та синдром Хаглунда (52,7%). Також запропонована диференційна тактика лікування даних типів ахіллобурситу.

В ході клінічного проспективного етапу дослідження доведено, що використання в процесі лікування ортопедичних устілок-підп'ятників висотою 20,0 мм дозволяє досягти достовірно більш високих показників фізичної активності, більшого зниження больового синдрому та скорочення терміну реабілітації при ахіллобурситі ( $p < 0,05$ ).

**Практичне значення отриманих результатів.** Практична цінність роботи полягає у розробці алгоритму діагностики, заснованого на аналізі чутливості, специфічності клінічних тестів і критеріїв інструментальної діагностики, та впровадженні диференційного підходу до лікування пацієнтів із ахіллобурситом.

Проведене дослідження біомеханічних взаємозв'язків між структурами заднього відділу стопи в нормі і при ахіллобурситі дає можливість ще ширше поглянути на фізіологію патологічного процесу та визначити ключові фактори патогенезу, впливаючи на які можна підвищити ефективність лікування пацієнтів. Так, ґрунтуючись на результатах біомеханічного дослідження, було оптимізовано методику лікування хворих з ахіллобурситом шляхом застосування ортопедичних устілок-підп'ятників висотою до 20,0 мм, що дозволило досягти більш високих показників фізичної активності, достовірно більшого зниження больового синдрому та скорочення терміну реабілітації.

**Особистий внесок здобувача.** Дисертація є завершеним науковим дослідженням здобувача. Дисертантом зібрано клінічний матеріал дослідження, проведено його аналіз, самостійно вивчено дані інструментальних досліджень, здійснене контрольоване спостереження, персонально виконано аналіз



медичних карт стаціонарного хворого. Автор брав участь у виконанні хірургічних втручань у всіх хворих, включених в дослідження.

Науковий аналіз, статистична обробка даних та узагальнення результатів дослідження виконано безпосередньо дисертантом. Здобувач підготував до друку статті, написав усі розділи дисертаційної роботи. Формулювання та обґрунтування висновків дисертації проведено сумісно з науковим керівником.

**Впровадження у практику.** Наукові і практичні результати дисертаційної роботи впроваджені в учбовий процес кафедри ортопедії і травматології № 1 Національної медичної академії післядипломної освіти імені П. Л. Шупика та в клінічну практику відділень ортопедії та травматології міської клінічної лікарні № 8 м. Києва, травматологічного відділення Фірми «Бессарабський лікувально-діагностичний центр»-ПП.

**Апробація результатів роботи.** Основні наукові положення, висновки та практичні рекомендації дисертаційного дослідження оприлюднені та обговорені на наукових конференціях: міжнародній науковій конференції студентів та молодих вчених «Сучасні теоретичні та практичні аспекти клінічної медицини» (Одеса, 22–24 квітня 2015 року); науково-практичній конференції з міжнародною участю «Сучасні теоретичні та практичні аспекти клінічної медицини» (Одеса, 21-22 квітня 2016 року); XVII з'їзді ортопедів-травматологів України (Київ, 5-7 жовтня 2016 року), міжнародній науковій конференції «Medicine Under the Modern Conditions Of Integration Development Of European Countries» (Республіка Польща, Люблін, 10-11 травня 2019 року), науково-практичній конференції молодих вчених НМАПО імені П. Л. Шупика з міжнародною участю «Інновації в медицині: досягнення молодих вчених» (Київ, 18 травня 2017 року); IV українському симпозиумі з біомеханіки опорно-рухової системи (Дніпро, 19-20 вересня 2019 року); XVIII з'їзді ортопедів-травматологів України (Івано-Франківськ, 9-11 жовтня 2019 року); всеукраїнській науково-практичній інтернет конференції «Young Science 2.0» (Київ, 20 лютого 2020 року).

**Публікації.** За темою дисертації опубліковано 21 наукову роботу, з них 4 статті у провідних фахових спеціалізованих виданнях, рекомендованих ДАК МОН України, 2 наукові статті у наукових виданнях країн ЄС та ОЕСР, 1 колективна монографія.

**Структура та об'єм дисертації.** Дисертація складається з вступу, 5-х розділів власних досліджень, висновків, практичних рекомендацій, списку використаної літератури та додатків. Робота викладена на 188 сторінках друкованого тексту, вміщує 59 рисунків та 35 таблиць. Список використаної літератури представлений 107 джерелами, із яких 12 є роботами авторів країн СНД, 95 - зарубіжних авторів.

## РОЗДІЛ І. ДОСЛІДЖЕННЯ СУЧАСНОГО СТАНУ ПРОБЛЕМИ ДІАГНОСТИКИ ТА ЛІКУВАННЯ АХІЛЛОБУРСИТУ

### 1.1. Дослідження анатомічних та фізіологічних особливостей структур заднього відділу стопи у хворих з ахіллобурситом

Вперше термін «ахіллобурсит» запропонував Patrick Haglund у 1928 році [30, 60]. Ахіллобурсит він поділяв на поверхневий, при якому запальний процес локалізувався у бурсі між АС та поверхнею шкіри (*bursa Achillea infero-posterior*), та глибокий, при якому запалення відбувалось у синовіальній сумці, розташованій між надп'ятковим сухожилком та п'яtkовою кісткою (*bursa Achillea supero-anterior*).

Поверхнева bursa – синовіальна сумка, розташована між поверхнею шкіри і задньою поверхнею АС. Її функція – забезпечення процесу ковзання шкіри і АС під час акту ходьби, а також протекція місця прикріплення АС від дії зовнішніх факторів, що травмують, наприклад задника взуття. Деякі автори вважають її хоч не постійною, але частою, а інші описують цю сумку як мінливу, але швидше рідкісну [77].

Зап'яtkова bursa (*Bursa retrocalcanea*) – синовіальна сумка, розташована в зап'яtkовому рецесусі, обмежена з переду задньо-верхніми відділами п'яtkової кістки, позаду – ахілловим сухожиллям, зверху та з боків жировою подушкою Kager. При цьому передня стінка бурси рихло з'єднана з гіаліновим хрящем поверхні п'яtkової кістки, а задня – інтимно прикріплена до епітенона АС. *Bursa retrocalcanea* має складну, полігональну форму. Вгорі вона має два язичка, між якими лежить нижній край жирового прошарку Kager, а в нижній частині вона навскіс огинає верхню і задню поверхні п'яtkової кістки, утворюючи у сагітальній площині вигин допереду. Середня довжина – 22 мм, ширина бурси - 8 мм, ширина кожного язичка – 4 мм. В латеральних відділах вона виражена більше ніж в медіальних і це треба враховувати при плануванні хірургічного доступу [6]. Контури здорової сумки гладкі, а в її порожнину може поміститись 1-1,5 мл контрастної речовини [10]. Вона може з'єднуватися з поверхневою бурсою, розташованою між поверхнею шкіри і задньою

поверхнею АС [21], але частіше ці структури відокремлені. В 70% випадків запальний процес локалізується і в зап'ятковій бурсі, і в поверхневій, що теж важливо враховувати [64]. В разі надмірного розвитку, зап'яткова bursa може поширюватись на верхню поверхню п'яtkової кістки. Також на патогенез захворювання відіграють важливу роль задньо-верхні відділи п'яtkової кістки. Їх збільшення (в літературі описане як «деформація Haglund») призводить до однойменного захворювання – синдрому Haglund, одним з компонентів якого є зап'ятковий бурсит [69].

Зап'яткова bursa має дуже важливе біомеханічне значення. У положенні стопи в дорсіфлексії bursa забезпечує рівномірний розподіл навантаження АС та зменшення локального тиску на всю задню поверхню п'яtkової кістки, тим самим знижуючи навантаження на місце прикріплення сухожилля [100]. Однак спосіб дії цього зниження тиску не до кінця встановлений. Попередні анатомічні дослідження [81] та МРТ [11, 81] рівномірно продемонстрували "ковзаючий рух" клиноподібного жирового тіла Кагера в зап'яткову bursa під час підошовної флексії. В принципі, для пояснення цього явища передбачаються три різні механізми: (1) рух є пасивним наслідком зміщення п'яти вгору; (2) жировий клин «всмоктується» (тобто втягується) в bursa, щоб мінімізувати зміни тиску; і (3) жир виштовхується в bursa за рахунок скорочення м'язів, тобто тиску *m. flexor hallucis longus* [81]. Lohrer, H., Nauck T. [47] вказують, що у фізіологічній ситуації цей жировий клин призводить до зменшення тиску бурси під час підошовного згинання. Цей механізм порушується, коли зап'яткова bursa запалюється і наповнюється підвищеною кількістю рідини [11]. Також встановлено, що незмінена зап'яткова bursa знижує тертя при ковзанні АС по поверхні п'яtkової кістки [39, 81].

Задньо-верхні відділи п'яtkової кістки грають важливу, якщо не ключову роль в патогенезі захворювання. В своїй роботі Patrick Haglund [30] вважав основним чинником розвитку ахіллобурситу саме збільшення цих відділів (в літературі описана як «деформація Haglund») за рахунок розростання кісткової тканини, яка обумовлює підвищений тиск в першу чергу на зап'яткову bursa, а

потім і на АС. Проте деякі автори відзначають наявність у хворих ахіллобурситу при незміненому задньо-верхньому краю п'яткової кістки [64].

Етіологічним чинником розвитку запального процесу в зап'ятковій бурсі вважається травматизація (імпінджмент) синовіальних оболонок між АС та задньо-верхніми відділами п'яткової кістки [4, 7, 9, 62]. Деякі автори стверджують, що виступаюча частина горба п'яткової кістки є причиною поверхневого бурситу, але вона не призводить до запалення зап'яткової сумки. Так, на їхню думку, зап'ятковий бурсит утворюється швидше в результаті системного запального захворювання, а не як наслідок механічної травматизації виступаючою частиною горба п'яткової кістки [40]. Чинником же поверхневого ахіллобурситу вважається носіння незручного взуття [30] або хронічна травматизація [73].

Опубліковані роботи в яких також згадується нетравматичний генез захворювання на тлі ревматоїдного артриту [31], псевдоподагри [1] та серонегативних спондилоартропатій (синдром Рейтера, анкілозуючий спондиліт) [25, 54]. Крім того описані випадки ахіллобурситу при туберкульозному ураженні [26] та остеохондромі [42] п'яткової кістки. Але все ж варто відзначити, що ахіллобурсит в описаних випадках був вторинним.

## **1.2. Діагностика хворих з ахіллобурситом**

Клінічна діагностика ахіллобурситу полягає у виявленні характерних симптомів: біль в проекції бурси чи збоку від АС, набряк, іноді гіперемія, деформація в проекції задньо-верхніх відділів п'яткової кістки. Характерною ознакою бурситу є біль перед АС, що часто супроводжується позитивним тестом здавлювання двома пальцями, при якому біль виникає при натисканні медіально і латерально, безпосередньо перед АС. Також відмічається посилення болю при тильній флексії стопи та обмеження обсягу рухів у надп'яtkово-гомiлковому суглобі [83, 88].

На рентгенограмах у бічній проекції в нормі зап'ятковий карман простягається щонайменше на 2 мм нижче задньо-верхнього краю п'яткової кістки та має гострокінцеву форму вздовж переднього краю АС. Відсутність

контрастної візуалізації цього карману, його затемнення, і є діагностичним критерієм зап'яткового ахіллобурситу [89]. При цьому відзначається високий рівень чутливості (80,0%) та специфічності (100,0%) даного критерію [98]. Також на рентгенограмі можна досліджувати наявність вторинних дегенеративних змін оточуючих структур - самого сухожилля і поверхні п'яткової кістки [98]. У 10 % хворих з ахіллобурситом відмічається наявність поверхневих ерозій і кісткової перебудови кортикального шару прилеглої до зап'яткової бурси частини п'яткової кістки, а також у 90 % хворих спостерігається збільшення діаметра сухожилля на цьому рівні [64].

В літературі описано багато методів виміру вираженості горба п'яткової кістки [23, 78,64,13, 45]. На даний момент кут Fowler–Philip більше  $75^{\circ}$ , кут Chauveaux–Liet більше  $12^{\circ}$ , загальний кут більше  $90^{\circ}$ , позитивний результат методу паралельних прямих ліній (parallel pitch lines = PPL) можуть свідчити про наявність «деформації» Хаглунда. Але, Burhenne and Connell [8], Lu та ін. [49] не виявили статистично значущої різниці між кутом Fowler–Philip та результатами методу паралельних прямих ліній у пацієнтів із симптоматикою та у здорових людей. Ці дані підтвердились і в нашому ретроспективному дослідженні [98]. У 2018 році було запропоновано оцінювання наявності збільшення задньо-верхніх відділів п'яткової кістки за допомогою визначення індексу Y. Tourné [82]. На рентгенограмі будували два відрізки: X - загальна довжина п'яткової кістки від найбільш передньої до найбільш задньої точки (за винятком кальцинатів); Y - довжина горба від найбільш заднього краю таранної суглобової поверхні до вершини деформації Хаглунда. Співвідношення X / Y менше 2,5 - надійна ознака синдрому Хаглунда, при цьому за даними авторів [82] чутливість стосовно синдрому Хаглунда склала 100,0%, а специфічність – 95,0%.

З появою такого методу як УЗД з'явилася можливість візуалізувати м'якотканинні структури [101]. У хворих з ахіллобурситом визначається збільшена bursa, заповнена гомогенним гіпоехогенним вмістом. Залежно від стадії запального процесу (ексудації або проліферація) цей метод дослідження

дозволяє проводити вимірювання товщини стінки синовіальної оболонки, а також діагностувати її ущільнення, переродження, а при застосуванні доплер-режиму досліджувати локальне кровопостачання.

Також завдяки цьому методу стало можливим вивчити стан оточуючих бурсу структур і їх патологічні зміни, такі як порушення фібрилярної структури АС, локальне чи дифузне потовщення АС, інтрасухожильний набряк та набряк в місці інсерції, наявність перітендиніта, ентезофітів та кальцинатів в товщі сухожилля, змін в місці інсерції.

Одною з переваг ультрасонографії є можливість динамічного дослідження структур заднього відділу стопи під час руху [89].

Великими діагностичними можливостями наділена магнітно-резонансна томографія. Цей метод забезпечує найкращу та одночасну візуалізацію м'яких тканин, дозволяє визначити всі структури заднього відділу стопи, що неможливо при застосуванні інших методів променевої і непроменевої діагностики, з мінімальним об'ємом протипоказань для досліджуваного. За допомогою МРТ можна провести достовірну оцінку розмірів синовіальної бурси та її локалізацію, параметрів її вмісту, виявити та охарактеризувати, при наявності, зміни в інших структурах. На магнітно-резонансних зрізах bursa retrocalcanea, в нормі містить прозору в'язку рідину [85], визначається у вигляді осередку сигналу високої інтенсивності. У хворих на бурсит bursa retrocalcanea збільшена [77]. За даними авторів МРТ, в порівнянні із сонографією, має кращу чутливість 95,0% проти 80,0%, при цьому рівень специфічності для обох методів однаково високий – 100,0% [12].

Рядом авторів були запропоновані інвазивні методи діагностики ахіллобурситу. Так van Dijk C.N. та ін. [88] вважають основним методом діагностики зап'яткового бурситу локальне введення анестетика у зап'яткову синовіальну сумку, запозичений у Neckman D.S. та ін. [32] (2009). Lohrer, H., Nauck T. у 2014 році [48] запропонували верифікувати зап'ятковий бурсит за допомогою вимірювання тиску у зап'ятковій бурсі. Метод простий у виконанні, досить чутливий (85%), але його специфічність помірною (67%). Автори

відзначають труднощі точного введення канюлі у випадках невеликого просвіту бурси при значно потовщеній патологічно зміненій синовіальній оболонці. Проте, вищезазначені методи є інвазивними, тому на сьогодні не можуть бути рекомендовані для використання в клінічній практиці. Але, як зазначають автори, ці методи можуть бути корисним для дослідження провідної патології у процесі диференційної діагностики, коли пацієнти страждають як від зап'яткового бурситу, так і від тендопатії середньої порції АС та інших захворювань.

### **1.3. Основні принципи лікування ахіллобурситу**

Проаналізувавши опубліковані наукові джерела, ми не знайшли жодних спроб класифікувати ахіллобурсит, а відповідно і немає згадок про будь-які можливості диференційного підходу до лікування цього захворювання. А. П. Середа і А. М. Белякова в своїй роботі [76] поділяли синдром Хаглунда на «очевидний» (візуально «яскрава», безсумнівна горбистість Хаглунда, класичні клінічні ознаки конфліктної тенопатії); «неочевидний» (візуально неочевидна деформація разом з клінічними і МРТ ознаками конфліктної тенопатії, бурсит на МРТ виражений по-різному); «прихований» (немає деформації, немає / майже немає МРТ-ознак тенопатії, немає бурситу, а є тільки клінічні ознаки конфліктної тенопатії). Крім того була запропонована морфологічна класифікація синдрому Хаглунда, яка включала п'ять варіантів по локалізації, вираженості і формі деформації.

На відміну від вищеописаної класифікації були спроби класифікувати синдром Хаглунда не тільки за вираженістю задньо-верхніх відділів п'яткової кістки, а також за наявністю ураження АС та ділянок осифікації [80]. Однак обидві запропоновані класифікації ставили акцент саме на патологічних змінах задньо-верхніх відділів п'яткової кістки і не приділяли особливої уваги зап'ятковій бурсі. Проте слід зазначити, що деякі автори відзначають наявність у хворих ахіллобурситу при відсутності деформації Хаглунда [64, 98].



Терапію цієї патології необхідно розпочинати з консервативних заходів, до яких відносяться [9, 99]:

- 1) зниження фізичної активності;
- 2) застосування ортопедичних устілок-підп'ятників;
- 3) застосування нестероїдних протизапальних препаратів;
- 4) лікувальна фізкультура (ізометричні вправи, спрямовані на зміцнення та вправи на розтягнення литкового м'яза);
- 5) фізіотерапія (іонофорез, кріотерапія, лазеротерапія);
- 6) локальні ін'єкції глюкокортикостероїдів.

Повідомлялося, що локальні ін'єкції кортикостероїдів та анестетиків мають порівняно задовільні результати; однак, ризик подальшого розриву АС є головною проблемою [15, 84]. Описані випадки дегенеративних змін [15, 20] та навіть розривів ахіллового сухожилля пов'язаних із застосування ін'єкцій глюкокортикоїдів [15, 17, 20, 84, 86]. Це співвідношення «ризик-користь» необхідно брати до уваги при лікуванні. Для підвищення безпечності цього методу Goldberg-Stein, S. та ін. пропонують проводити пункцію зап'яткового простору під ультразвуковим чи рентгеноскопічним наглядом [27, 92]. Варто зауважити, що деякі автори [84] рекомендують обмежити застосування ін'єкційних кортикостероїдів у професійних спортсменів з огляду на виникнення дегенеративних змін, підвищені навантаження, а відповідно і підвищений ризик розривів АС.

У комплексі лікування цього захворювання також важливо підбір комфортного взуття та вправи, спрямовані на зміцнення і розтягнення литкового м'яза [9]. Виконання останніх, на нашу думку, є досить суперечливим. Згідно результатів проведеного нами комп'ютерного моделювання з розрахунком напружено-деформованого стану відмічається різке зростання напруження на АС у випадках зап'яткового бурситу та, особливо, синдрому Хаглунда, порівняно з інтактною моделлю [100]. Ми вважаємо, що це перенавантаження спричиняє вторинні дегенеративні зміни АС. Наша гіпотеза підтверджується і клінічними даними обстежених хворих –

відмічається прямий зв'язок між тривалістю захворювання та патологічними змінами АС [64]. Водночас за даними Langberg, H. та ін. [44] під час вправ у просторі перітенона навколо ахіллового сухожилля створюється помітний негативний тканинний тиск, який призводить до збільшенню кровообігу. Варто все ж зазначити, що це дослідження було проведено на здорових людях. Тому ми рекомендуємо дані вправи тільки в період реабілітації, коли нівельовано негативний вплив патологічного процесу в бурсі.

Досить суперечливим є використання ортопедичних устілок при лікуванні ахіллобурситу. За даними нечисленних авторів застосування ортопедичних устілок не знижує ризик загострень і фактично не має терапевтичного ефекту [52, 70]. У деяких роботах [76] автори використовували для зниження інтенсивності болю носіння взуття на підборах 3-5 см в післяопераційному періоді у пацієнтів з синдромом Хаглунда. При цьому вони не тільки не обґрунтовують причину вибору саме такої висоти каблука, але також не вказують тривалість її застосування і ефективність в зниженні больового синдрому.

Однак медикаментозне лікування навіть протягом місяців може бути неефективним у деяких випадках і призводить до збільшення частки рецидивів [90]. G.J. Sammarco [72] повідомляє, що консервативне лікування виявляється ефективним у 35% випадків. В нашому дослідженні цей показник склав 58 % [97]. У своїй роботі Alfredson H. [3] зазначає, що тільки у 25 % хворих консервативна терапія була неефективною. Проте Johnson K.W. та ін. [38] зазначив, що більшість пацієнтів після консервативного лікування потребують подальшого оперативного втручання.

При неефективності консервативних заходів або при первинних скаргах естетичного характеру рекомендується оперативне лікування [88, 97]. В даний час для хірургічної корекції збільшених задньо-верхніх відділів п'яткової кістки, використовуються наступні групи хірургічних втручань: крайова резекція деформації Хаглунда [36, 46], остеотомія п'яткової кістки за Zadek [95], за Keck and Kelly [41, 83], корекція деформації з повним відсіканням

ентезису АС та подальшою рефіксацією [21]. За даними авторів [83] остеотомія п'яткової кістки показана пацієнтам з синдромом Хаглунда з відсутністю супутньої тендінопатії АС. Хірургічне втручання поодаль від сухожилля сприяє більш швидкому відновленню. Проте, як зазначають самі автори, при наявності супутніх змін місця інсерції АС віддається перевага простій крайовій резекції задньо-верхніх відділів п'яткової кістки. У свою чергу крайова резекція, що отримала найбільше поширення, може бути виконана відкрито або ендоскопічно [37, 45, 61, 66 ], або з допомогою ультразвукової навігації [91].

Підбиваючи підсумки можна стверджувати, що проблематика діагностики та лікування ахіллобурситу є багатовекторною і незважаючи на певні зроблені кроки для її вирішення, залишається ще багато питань стосовно як особливостей діагностики, так і різних методів лікування. Вивчаючи це питання ми вважаємо вкрай необхідним визначити діагностичну точність як клінічних, так і інструментальних методів дослідження пацієнтів з ахіллобурситом. Також привертає увагу на переважне висвітлення в наукових публікаціях саме синдрому Хаглунда, який є лише однією з форм ахіллобурситу. При цьому ми не зустрічали фундаментальних наукових праць з вивчення проблеми діагностики і лікування всіх форм ахіллобурситу. Нашу увагу привертало і відсутність будь-яких біомеханічних досліджень даного патологічного стану. На нашу думку, вивчення біомеханічних особливостей функціонування структур заднього відділу стопи у хворих з ахіллобурситом дозволить ширше поглянути на патогенез захворювання, його зв'язок з супутніми змінами АС, виявити певні закономірності і розробити єдиний підхід до лікування.

## РОЗДІЛ 2. МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

### 2.1. Планування роботи

Матеріалом для наукової роботи стали дані 71 пацієнта з ахіллобурситом, які проходили лікування в травматологічних відділеннях фірми «Бессарабський лікувально-діагностичний центр»-ПП та міської клінічної лікарні № 8 м. Києва в період з 2016 по 2020 роки.

У дисертаційному дослідженні використовувались клінічний, рентгенологічний, магнітно-резонансний, сонографічний, метод комп'ютерного моделювання, а також статистико-математичний методи. Для спрощення нами була розроблена карта спостереження пацієнта, де реєструвалися паспортні дані, анамнестичні дані, результати наявності та значень досліджуваних діагностичних критеріїв, дані за встановлений тип ахіллобурситу та обраної тактики лікування, приналежність до дослідницької групи та результати динамічного спостереження результатів лікування (Додаток 1). Дані пацієнтів з карт заносились у розроблену статистичну базу та потім аналізувалися.

Для реалізації поставленої мети і завдань дослідження робота була розділена на наступні етапи, які в більшості проводилися одночасно.

На першому етапі дослідження вивчали локалізацію патологічного процесу, віковий та гендерний розподіл цієї патології, характеристику звернень, причини пізньої діагностики, частоту факторів, які могли бути причиною розвитку ахіллобурситу, а також аналізували чутливість та специфічність, діагностичну точність клінічних тестів.

Другий етап – присвячений дослідженню діагностичної точності критеріїв інструментальної діагностики, їх чутливості і специфічності та визначення ключових критеріїв у хворих з ахіллобурситом.

На третьому етапі нашої дисертаційної роботи за допомогою комп'ютерного моделювання було виявлення взаємозв'язки між патологічним процесом при ахіллобурситі та оточуючими структурами (ахіллове сухожилля, п'ятова кістка). Були розроблені розрахункові схеми для визначення сили

натягу АС та показників напружено-деформованого стану структур заднього відділу стопи в нейтральному положенні стопи, в положенні тильної та підшовної флексії для трьох варіантів – в нормі, при ізольованому зап'ятковому бурситі та при синдромі Хаглунда. Додатково проведені підрахунки за умовами різних властивостей зап'яткової бурси. Другим завданням цього етапу було визначення показників НДС структур заднього відділу стопи при застосуванні ортопедичних устілок-підп'ятників висотою 10 та 20 мм.

Четвертим етапом нашої роботи була розробка та впровадження алгоритму діагностики та лікування пацієнтів з ахіллобурситом.

На п'ятому етапі дисертаційної роботи – проаналізовані результати впровадженого лікування хворих з ахіллобурситом. Порівнювались клінічні результати із застосуванням ортопедичних устілок-підп'ятників висотою 20 мм в комплексі з консервативним лікуванням та в післяопераційному періоді, з аналізом інтенсивності больового синдрому, оцінкою якості життя та працездатності.

## **2.2. Загальна характеристика обстежених хворих**

Матеріалом дисертаційного дослідження стали результати комплексного обстеження 71 хворого з ахіллобурситом, підтвердженим клінічними, рентгенологічними, сонографічним та МРТ методами дослідження. Всі хворі проходили обстеження та лікування в травматологічних відділеннях фірми «Бессарабський лікувально-діагностичний центр»-ПП та міської клінічної лікарні № 8 м. Києва в період з 2016 по 2020 роки.

В результаті проведеної роботи було реалізоване комплексне дослідження 93 стоп - обстежено відповідно 46 лівих (50,0%) та 47 правих стоп (50,0%). Згідно отриманих результатів, ахіллобурсит діагностований як лівобічний у 19 хворих (26,8 %), правобічний – у 30 пацієнтів (42,2 %), двосторонній – у 22 пацієнтів (31,0 %), рис. 2.2.1.

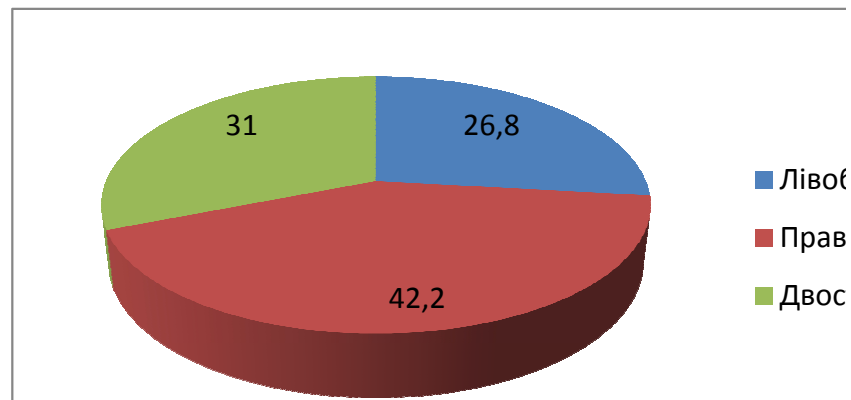


Рис. 2.2.1. Локалізація ахіллобурситу.

З числа звернень первинними були лише 30 випадків (32,3 %), в той час як 63 (67,7 %) проходили попереднє лікування в інших лікувальних установах з приводу больового синдрому в задніх відділах стопи, рис. 2.2.2.

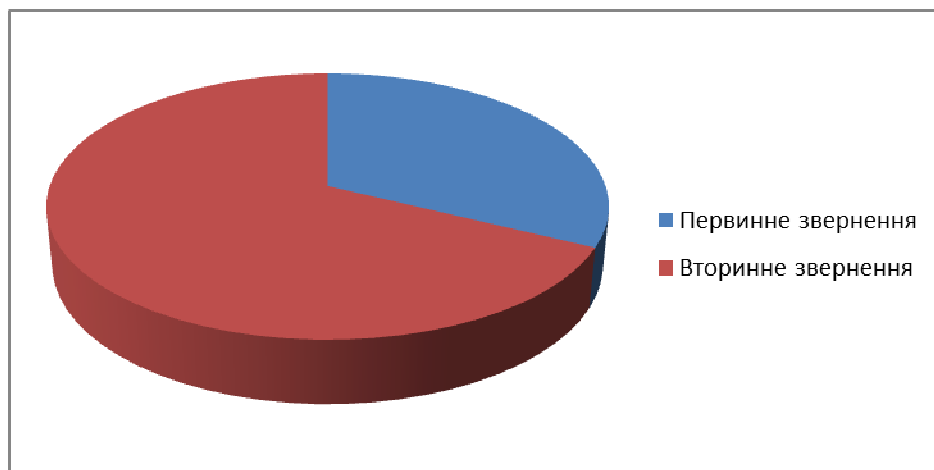


Рис. 2.2.2. Розподіл пацієнтів за характером звернення в лікувальну установу.

Терміни, що пройшли з моменту появи перших скарг до включення в дослідження та лікування у обстежених пацієнтів широко варіювали. Так, найменший часовий проміжок від появи больового синдрому до госпіталізації в стаціонар та початку лікування ахіллобурситу дорівнював 23 добам, тоді як найбільший досягав 5,0 місяців. Середнє значення цього параметра склало  $2,0 \pm 0,5$  місяця.

В роботу було включено 19 хворих чоловічої статі (26,7 %) та 52 пацієнта

жіночої статі (73,3 %). Гендерний розподіл пацієнтів представлено на рис. 2.2.3.

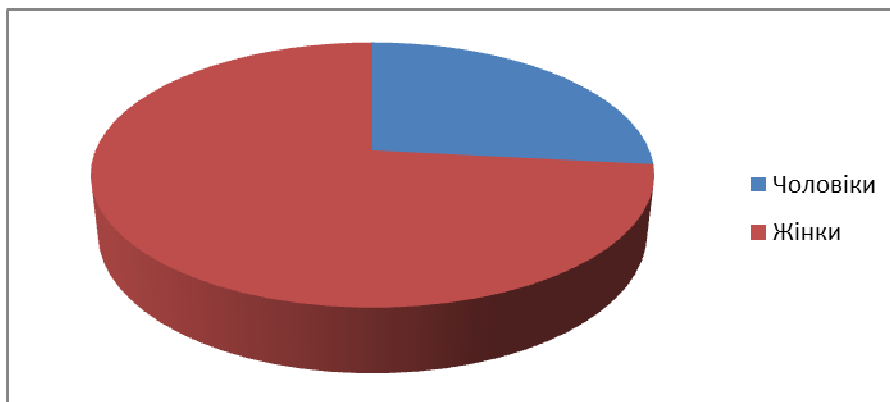


Рис. 2.2.3. Гендерний розподіл хворих, включених в дослідження.

Вік хворих, включених в дослідження, складав від 19 до 60 років, середній вік –  $32,1 \pm 7,5$  років. Віковий розподіл обстежених пацієнтів наведено в табл. 2.2.1. Як бачимо, більшість пацієнтів (67,6%), включених в обстеження, були віком від 19 до 35 років.

Таблиця 2.2.1

#### Віковий розподіл обстежених пацієнтів

	19 – 35 років		36 – 50 років		Більше 50 років		Всього	
	Абс.	%	Абс.	%	Абс.	%	Абс.	%
Кількість хворих	48	67,6	21	29,5	2	2,9	71	100

Клінічна картина перебігу ахіллобурситу (табл. 2.2.2) на момент обстеження виявлялася скаргами на біль в проекції бурси (92,4%), гіперемія (25,8%), згладженість контурів/набряк (65,6%) та деформація області п'яткового горба (37,6%). Також у 83,8% випадків відмічалася обмеження руху різного ступеню важкості в надп'ятково-гомілковому суглобі за рахунок вираженого больового синдрому, вимушене положення стопи у підшовній флексії. Пальпаторно визначалися позитивний тест здавлювання у 96,7% випадків ахіллобурситу.

Таблиця 2.2.2

**Клінічна семіотика хворих, включених в дослідження**

	Абс.	%
Біль у задніх відділах стопи	86	92,4
Гіперемія	24	25,8
Згладженість контурів/набряк	61	65,6
Деформація п'яtkового горба	35	37,6
Обмеження дорсальної флексії стопи	78	83,8
Позитивний тест здавлювання зап'яtkової бурси	90	96,7

Клінічне і функціональне дослідження проведено у всіх 93 випадках захворювання (100,0%). Серед інструментальних методів дослідження застосовувалась рентгенографія (93 випадки, 100,0%), магнітно-резонансна томографія (93 випадки, 100,0%) , сонографія (93 випадки, 100,0%).

Впровадження методів клінічного, інструментального та додаткового обстеження серед обстежених пацієнтів наведено в таблиці 2.2.3.

Таблиця 2.2.3

**Розподіл методів обстеження хворих в дисертаційному дослідженні**

	Абс.	%
Клінічне обстеження	93	100,0
Рентгенографія	93	100,0
Магнітно-резонансна томографія	93	100,0
Сонографія	93	100,0

Лікування всіх випадків ахіллобурситу проводилось згідно запропонованої нами класифікації. Також всі пацієнти були розподілені на дві дослідницькі групи: основну – де в комплексі лікування були застосовані ортопедичні устілки підп'ятники висотою 20 мм, та контрольну, де не застосовувались устілки. За віковими характеристиками, ступенем вираженості



захворювання, професійними категоріями, механізмами й обставинами отриманих травм, а також за наявністю та ступенем вираженості супутньої патології групи хворих, які піддавалися різним методам хірургічного лікування, були співставними, що сприяло проведенню коректного порівняльного аналізу.

Під час госпіталізації хворих, а також у процесі лікування (10 доба, 20 доба, 1,5 місяця та 3 місяця) проводилось анкетування хворих за візуальною аналоговою шкалою болю (71,0 пацієнти, 100,0%).

Для оцінки якості життя у пацієнтів з ахілобурситом до початку лікування та через 3 місяця ми використовували опитувальник Medical Outcomes Study Short Form 36 questionnaire (SF - 36, російськомовна версія, створена і рекомендована Міжнародним центром дослідження якості життя), який дозволяє оцінити суб'єктивну задоволеність пацієнта не тільки своїм фізичним станом, а і психічним станом та соціальним функціонуванням.

Вимірювальна модель, що лежить в основі конструкції SF-36 має 3 рівні: 1) пункти (питання); 2) вісім шкал, кожна з яких об'єднує разом від 2 до 10 пунктів; 3) два сумарні вимірювання, які об'єднують разом шкали. При обробці результатів отримані відповіді за усіма 36 пунктами формують 8 шкал. Пункти, що відносяться до кожної певної шкали, підсумовуються і перетворюються в значення від 0 до 100, де 100 - максимальне значення, а 0 - мінімальне. Більш високі бали характеризують більш високий рівень здоров'я.

Кожний пункт використовувався в обробці лише однієї з шкал. На основі 8 шкал підраховувались сумарні оцінки фізичного та психічного здоров'я.

Для оцінки функціональних результатів була застосована шкала AOFAS до початку та після лікування.

В цілому, з аналізу показників клінічної та інструментальної діагностики пацієнтів обох дослідницьких груп, згідно представлених параметрів, істотних відмінностей між вибірками не було встановлено ( $p > 0,05$ ). Тому вказані групи порівняння співставляли за результатами лікування, які залежали переважно від обраної методики лікування.

### 2.3. Методи дослідження

У дисертаційному дослідженні застосовувались такі методи, як загальноклінічні (оцінка скарг, анамнезу, об'єктивного статусу, виконання функціональних проб), інструментальні (рентгенографія, сонографія, магнітно-резонансна томографія), медикаментозні (застосування лікарських препаратів) та хірургічні (резекція деформації Хаглунда, видалення зап'яткової бурси), комп'ютерне моделювання (дослідження напружено-деформованого стану структур заднього відділу стопи в різних біомеханічних умовах) та статистичні методи обробки результатів дослідження.

Варіабельність клінічної картини у хворих на ахіллобурсит, близькість до інших захворювань заднього відділу стопи, а також неоднозначність патогномонічних симптомів створюють значні труднощі на шляху правильної та своєчасної діагностики цього захворювання. Внаслідок чого, практичного вирішення потребує проблема ранньої діагностики ахіллобурситу, актуальним питанням є побудова діагностичної моделі, заснованої на поетапній верифікації діагностичної точності, чутливості, специфічності кожного з клінічних та інструментальних методів діагностики.

Поняття достовірності в медицині є багатозначним і включає в себе комплекс критеріїв оцінки результатів діагностичних і скринінгових тестів [23, 28, 29, 59]. До числа основних компонентів даного комплексу відносяться такі характеристики, як чутливість (sensitivity), специфічність (specificity), прогностична цінність позитивного (positive predictive value) і негативного (negative predictive value) результатів, індекс ефективності (efficiency) і відношення правдоподібності (likelihood ratio) позитивного та негативного результатів. Кожен критерій являє собою певний статистичний показник.

Терміни "позитивний результат тесту" і "негативний результат тесту" використовуються в їх звичайному значенні - для позначення наявності або відсутності захворювання відповідно. Таким чином, чутливість - це частка позитивних результатів тесту в групі (у популяції) хворих пацієнтів, специфічність - це частка негативних результатів тесту в групі здорових

пацієнтів. Прогностична цінність позитивного результату - ймовірність наявності захворювання при позитивному (патологічному) результаті тесту. Прогностична цінність негативного результату - ймовірність відсутності захворювання при негативному результаті тесту. Відношення правдоподібності для позитивного результату показує у скільки разів ймовірність позитивного результату тесту у хворих більше, ніж у здорових. Відношення правдоподібності для негативного результату показує у скільки разів ймовірність негативного тесту у хворих більше, ніж у здорових. Діагностична точність тесту виражається процентним відношенням справжніх (і позитивних, і негативних) результатів тесту до загальної кількості отриманих результатів.

Для дослідження діагностичної цінності використовували стандартну методичку двохпольних таблиць. Зважаючи на те, що найчастішою причиною пізнього звернення при ахіллобурситі були випадки хибної діагностики синдрому задньої п'яткової шпори, для проведення поетапної діагностики та розробки клінічного алгоритму порівнювали групу хворих з ахіллобурситом (93,0 випадків) та групу пацієнтів з синдромом задньої п'яткової шпори (40,0 випадків).

Під час клінічного обстеження всім пацієнтам проводилась візуальна оцінка наявності деформації в проекції п'яткового горба, гіперемії, набрякlosti (згладженості контурів АС) в проекції верхніх відділів п'яткової кістки в порівнянні з інтактною контрлатеральною кінцівкою. Функціональне дослідження складалося з тесту здавлювання зап'яткової бурси та дослідження амплітуди рухів у надп'ятково-гомілковому суглобі за допомогою кутоміру. Останній діагностичний критерій оцінювався якісно – за наявністю або відсутністю обмеження рухів в порівнянні з інтактною стопою (за умови однобічної локалізації процесу) або усередненими показниками з літератури (для двостороннього процесу).

Тест здавлювання (Рис. 2.3.1) зап'яткової бурси виконувався за наступною методикою: пацієнт лежить на животі, ноги випрямлені, першим і другим пальцями руки стискається зап'яткова bursa, яка знаходиться попереду

від АС на рівні задньо-верхніх відділів п'яткової кістки. Якщо при цьому пацієнт скаржиться на появу болю або посилення його інтенсивності, то тест вважається позитивним.



Рис. 2.3.1. Тест здавлювання зап'яркової бурси.

Всім хворим виконували стандартне рентгенологічне дослідження стопи у бічній зовнішній проекції. На рентгенограмах визначали наявність затемнення зап'яркового рецесусу та збільшення задньо-верхніх відділів п'яркового горба. Також відмічались ознаки супутньої тендопатії АС – кальцинати у товщі сухожилля, кісткові розростання в місці інсерції, крайові ерозії кортикального шару п'яркової кістки.

Збільшення задньо-верхніх відділів п'яркової кістки оцінювали методом визначення індексу  $Y$ . Tourné (рис. 2.3.2). На рентгенограмі будували два відрізки:  $X$  - загальна довжина п'яркової кістки від найбільш передньої до найбільш задньої точки (за винятком кальцинатів);  $Y$  - довжина горба від

найбільш заднього краю над'пяркової суглобової поверхні до вершини деформації Хаглунда. Співвідношення  $X / Y$  менше 2,5 - надійна ознака синдрому Хаглунда.

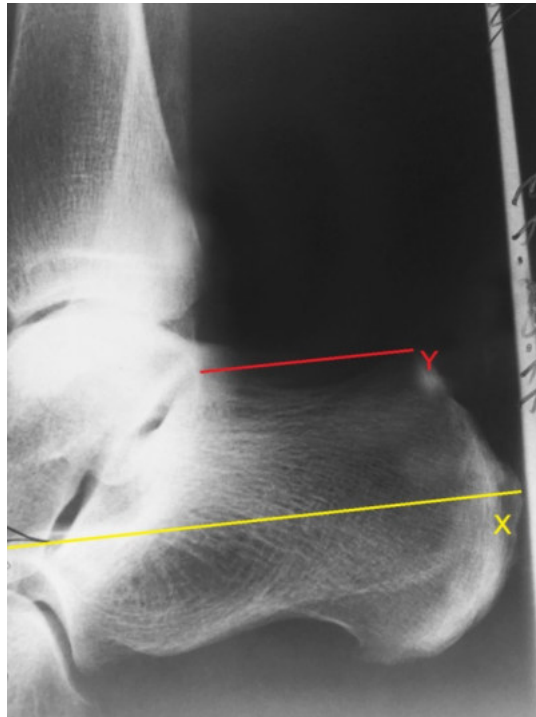


Рис. 2.3.2. Індекс Y. Tourné. Пояснення тексту.

Томографічне дослідження проводилося в положенні пацієнта на спині на магнітнорезонансному томографі з магнітним полем не менше 0,5Т в імпульсних послідовностях T1/TSE, T2/TSE, PD/W у фронтальній, сагітальній та аксіальних проекціях. Оцінювали наявність збільшення розмірів поверхневої (ретроахілярної) та зап'яркової бурси, потовщення синовіальної оболонки та/чи наявність ексудату в порожнині бурси, що верифікувався як ділянка високої інтенсивності сигналу на T2-зваженому зображенні і низькій інтенсивності сигналу на T1-зваженому зображенні. Також на серії МР-томограм звертали увагу на наявність потовщення та змін фібрилярної структури АС.

Сонографічне дослідження проводилось на ультразвукових апаратах експертного класу за допомогою лінійного датчика з частотою 3-12 МГц. Ультразвуковий датчик вільно розміщався на поверхні шкіри без фізичного

тиску на досліджуваний об'єкт. Протягом обстеження пацієнт знаходився у положенні лежачи на животі (проноване положення), стопа вільно звисала через край кушетки, знаходилась у нейтральному положенні. Після статичного дослідження, проводилось динамічне у положенні плантарної та тильної флексії. Товщина АС вимірювалась з обох сторін для порівняння та нівелювання індивідуальних анатомічних особливостей.

В ході дослідження ми оцінювали такі діагностичні критерії, як наявність бурситу (збільшення розмірів зап'яткової бурси, заповненої гіпоехогенною рідиною, або потовщення, ущільнення синовіальної оболонки бурси) та локальне чи дифузне потовщення АС (також в порівнянні з контрлатеральним АС).

В роботі також проводилось анкетування хворих при включенні в дослідження, протягом курсу лікування та після лікування. Оцінювались дані візуальної аналогової шкали (ВАШ), опитувача The Short Form-36 (SF-36) та шкали AOFAS, адаптованої для патології заднього відділу стопи.

ВАШ являє собою пряму лінію завдовжки 10 см. Пацієнтові пропонувалося зробити на лінії відмітку, що відповідала рівню інтенсивності болювого синдрому, який відчувається ним. Початкова точка лінії означає відсутність болю - 0, потім іде слабкий, помірний, сильний, кінцевий та нестерпний біль - 10. Відстань між початковою точкою та зробленою відміткою вимірювалась в міліметрах. Анкетування за ВАШ проводилось перед початком лікування, на 10 добу, на 20 добу, через 1,5 місяця та через 3 місяця. Позитивними сторонами даного методу є наочність, простота у використанні та чутливість методу.

Опитувальник якості життя SF-36 є неспецифічним та відображає загальне благополуччя і ступінь задоволеності тими сторонами життєдіяльності людини, які впливають на стан здоров'я. Показники кожної шкали складені таким чином, що вищі значення показника (від 0 до 100) означають кращу оцінку за обраною шкалою. З них формували два параметри: психологічний і фізичний компоненти здоров'я. Складовими шкали фізичного компоненту

здоров'я (Physical health) є показники фізичного функціонування (Physical Functioning), рольового функціонування, обумовленого фізичним станом (Role-Physical Functioning), інтенсивності болю (Bodily pain) та загального стану здоров'я (General Health). Складові шкали психологічного компоненту здоров'я (Mental Health): психічне здоров'я (Mental Health), рольове функціонування, обумовлене емоційним станом (Role-Emotional), соціальне функціонування (Social Functioning) та життєва активність (Vitality).

Аналіз даних за опитувальником SF-36 проводилось при первинному зверненні, через 1 та 3 місяця після початку лікування.

Ступінь обмеження функціональних можливостей у хворих з ахіллобурситом досліджувався за шкалою AOFAS (Додаток 2), адаптованою для патології заднього відділу стопи. Аналізувались такі показники як біль, ступінь обмеження функції, максимальну відстань пішки, наявність труднощів при пересуванні по різних типах поверхні, ненормальності ходи, обсягу рухів в надп'яtkово-гомiлковому суглобі в сагітальній площині (згинання плюс розгинання), рухів в задньому відділу стопи (інверсія плюс еверсія). Дані показники оцінювались перед початком лікування та через 3 місяця після лікування.

В нашій роботі окрім клінічної частини було проведено теоретико-математичне дослідження взаємозв'язків між структурами заднього відділу стопи (литковий м'яз, АС, зап'яtkова bursa та п'яtkовий горб) в нормі та при ахіллобурситі в різних біомеханічних умовах. Це дослідження було умовно поділено на три етапи з певними завданнями та особливостями виконання.

Метою першого етапу дослідження було визначення максимальних значень показників напружено-деформованого стану (НДС) структур заднього відділу стопи в акті ходи та стоянні на трьохвимірних імітаційних моделях з зап'яtkовим бурситом та синдромом Хаглунда в порівнянні з моделлю інтактної стопи. Розрахунки були проведені для нейтрального положення стопи, для тильної ( $+10^0$ ) та підошовної ( $-10^0$ ) флексії.

Метою другого етапу дослідження було вивчення тенденції змін напруження анатомічних структур заднього відділу стопи в залежності від властивостей зап'яткової бурси: збільшення розмірів бурси за рахунок рідинного вмісту або потовщення та ущільнення її синовіальної оболонки. Отже в ході даного етапу було імітовано ексудативний та проліферативний процес в зап'ятковій бурсі і його вплив на інші оточуючі структури в патогенезі захворювання.

Метою третього етапу було визначення значень різних показників НДС структур заднього відділу стопи при ахіллобурситі в умовах застосування ортопедичної устілки-підп'ятника. Розрахунки здійснено для різної висоти підп'ятника – 0, 10,0 мм та 20,0 мм у положенні стопи, необхідному для відштовхування від площини опори (задній поштовх), для якого мають місце максимальні значення показників НДС.

Для кожного окремого етапу нами були розроблені аналітичні розрахункові схеми для визначення сили натягу литкового м'язу та АС.

Для визначення геометричних характеристик ахіллового сухожилля, необхідних у розрахункових схемах, використано усереднені антропометричні дані людини нормостенічної тілобудови, орієнтовною вагою тіла 70-75 кг, зростом 170-176см. АС було схематично поділено на наступні ділянки (Рис.2.3.3):

1. верхівка п'яткового горба
2. верхній край горба п'яткової кістки
3. середня частина вільного ахіллового сухожилка
4. перехід ахіллового сухожилка в камбаловидний м'яз
5. перехід ахіллового сухожилка в литковий м'яз.



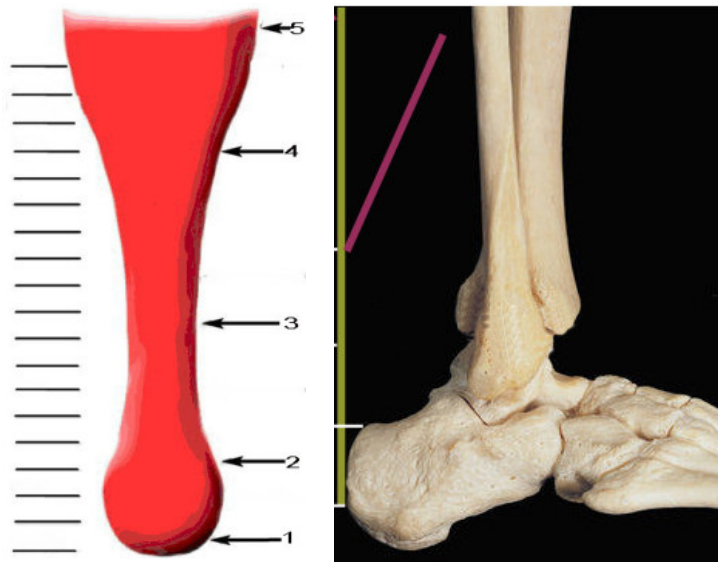


Рис. 2.3.3. Геометричні характеристики ахіллового сухожилка

Геометричні показники ширини та товщини на кожній ділянці АС представлені у таблиці 2.3.1.

Таблиця 2.3.1

#### Геометричні показники ахіллового сухожилка

№ ділянки	Відстань від верхівки п'яtkового горба, см	Ширина, мм	Товщина, мм
1	0	25,2	2,0
2	2,1	19,2	4,5
3	4,2	16,0	5,1
4	6,47	44,6	6,3
5	14,8	56,2	2,8

За допомогою програмного пакету «SolidWorks» (Dassault Systèmes SolidWorks Corporation, Канада) були згенеровано трьохвимірні скінчено елементні (СЕ) імітаційні моделі, які в середньому налічували більше 332 000 вузлів та 191 000 елементів. Для створення моделі застосовували анатомічні, антропометричні дані та дані КТ. Для збільшення точності розрахунків СЕ сітка ущільнена в ділянках контакту елементів зап'яtkової бурси та АС. СЕ сітка представлена переважно тетраедричними елементами (Tetrahedrons), розмір яких на основній моделі не перевищує 1 мм, у місцях згущення 0,1-0,5 мм.

Подальші розрахунки здійснювали методом СЕ аналізу, який дозволяє дослідити еволюцію процесу деформування елементів імітаційної моделі, а саме – кісткової тканини, бурси та АС, з великими геометричними і фізично нелінійними властивостями матеріалів (табл. 2.3.2) і змінними в часі зовнішніми впливами. Для проведення розрахунків НДС імітаційні моделі було імпортовано у програму «ANSYS» (ANSYS, Inc., США).

Таблиця 2.3.2

### Фізичні властивості тканин

Матеріал	Модуль Юнга, Па	Коефіцієнт Пуансона
Кортикальний шар кістки	17,6e9	0,3
Спонгіозний шар кістки	5,0e8	0,28
Зап'яткова bursa	5e7	0,45
Ахіллове сухожилля	4e8	0,45

Ключовими показниками для порівняльного аналізу обрані дані, отримані шляхом розрахунків значення інтенсивності напружень та деформацій які визначали на усіх елементах моделі: литковому м'язі, АС, зап'ятковій бурсі та п'ятковому горбі.

Результати дослідження в числовому вигляді були занесені в порівняльну таблицю. Також для візуалізації напружень в динаміці ми побудували графіки, що відображає зміну напружень в залежності від поставлених біомеханічних умов.

В клінічній частині даного дисертаційного дослідження було впроваджено запропоновану нами тактику лікування, яка полягала в диференційованому виборі методу лікування. В залежності від типу ахіллобурситу застосовувались медикаментозний чи хірургічний методи. Медикаментозний метод полягав у призначенні нестероїдного протизапального засобу (НПЗЗ) – диклофенак натрію («Діклоберл», Berlin-Chemie AG, Німеччина) в дозі 150 мг/добу (75 мг двічі на день) впродовж 3 тижнів, фізіотерапевтичного лікування (ампліпульс-терапія на литковий м'яз №10 та

магнітотерапія на задній відділ стопи №10) та локального одноразового введення у провіт зап'яркової бурси під флюороскопічною навігацією глюкокортикостероїдів комбінованої дії («Дипроспан», 1,0 мл, Schering-Plough Central East, Словаччина).

При виборі тактики хірургічного лікування керувалися методикою, запропонованою А. П. Середою та А. М. Беляковою [67]. Хірургічне втручання планували за Е. J. Sella (рис. 2.3.4) [75]: спочатку будується лінія нахилу п'яркової кістки (1), потім через найбільш увігнуту частину *facies articularis cuboidea* (2) паралельно лінії 1 будується лінія 3. Далі від місця перетину лінії 3 з заднім краєм горба п'яркової кістки під кутом в  $50^\circ$  (кут 5) будується промінь, який зверху перетинає вентральний край горбистості Хаглунда (точка 4). На думку Е. J. Sella, видаляти необхідно частину п'яркової кістки, яка розташовується ззаду від променя (6), але ми намагалися виконувати резекцію не по прямій лінії, а трохи закруглив її, випуклістю дозаду.

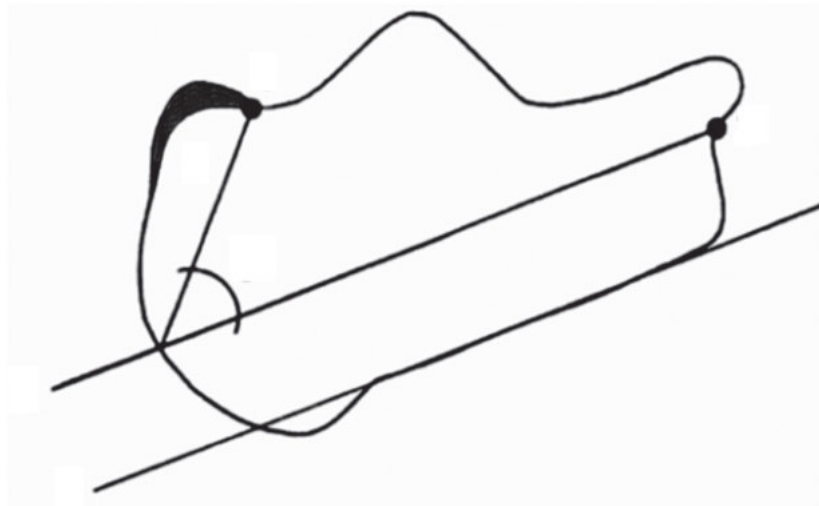


Рис. 2.3.4. Планування хірургічного втручання за Е. J. Sella [75].

Пояснення в тексті

Обсяг резекції при декомпресії ми визначали, комбінуючи спосіб за Е. J. Sella [75] з інтраопераційним контролем відсутності конфлікту п'яркової кістки з вентральною поверхнею сухожилля при максимальній дорсіфлексії стопи.

Хірургічне втручання проводилось під спинномозковою анестезією.

Під час втручання пацієнта вкладали на операційний стіл у положенні на животі. Під передню поверхню гомілки розміщували підставку або подушку. Це відкривало добрий доступ до візуалізації з усіх боків та дозволяло робити інтраопераційні рухи у надп'ятково-гомілковому суглобі.

Хірургічний доступ – латеральний, який починали знизу від нижнього краю деформації п'яткового горба по латеральному краю, далі продовжували вгору по латеральному краю сухожилля і на 3-4 см вище верхівки горбистості Хагlundа. Під вентральною поверхнею ахіллового сухожилля заводили за медіальний край п'яткової кістки малий ретрактор Хоманна, відводили АС досередини і отримували прекрасну візуалізацію латерального флангу деформації.

У проекції верхівки візуалізація виходила або відразу, або, якщо мали місце важке хронічне запалення сумки і супутні фіброзні зміни жирової подушки Kager, то отримували візуалізацію після їх обережного висічення коагулятором.

Отримавши візуалізацію на верхівці, ми вважали за необхідне оглянути вентральну поверхню АС для оцінки вираженості конфліктної тенопатії.

Візуалізація медіального флангу при цьому доступі менш комфортна, але завдяки інтраопераційним рухам стопою та ретракторам Хоманна ми вважаємо її цілком достатньою разом з пальпаторним контролем для резекції долотом і медіального краю (рис. 2.3.5).

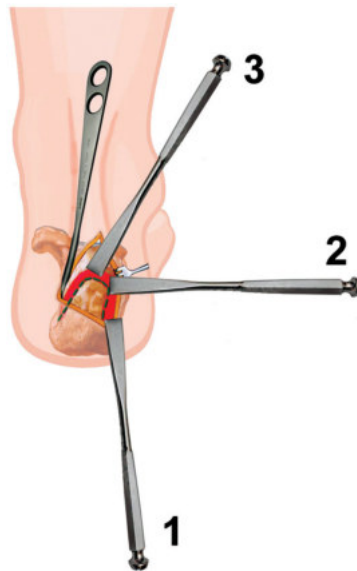


Рис. 2.3.5. Схема відкритої крайової резекції через латеральний парасухожильний доступ до латерального краю (1), верхівки (2) і медіального краю (3) [76].

Доступ може бути медіальний, якщо деформація більш виражена по медіальному флангу. Крім того, ми згодні з пропозицією Р.Н. Dickinson зі співавторами про застосування медіального доступу, якщо операція виконується у дівчат з естетичних показів [18].

#### 2.4. Статистична обробка

Відповідно до рекомендацій по обробці результатів медико-біологічних досліджень в нашій роботі використали пакети прикладних програм: Statistica (StatSoft, Inc, 2001) - для статистичного аналізу, MS Office 2016 - для організації та формування матриці даних, підготовки графіків і діаграм. Результати власних досліджень заносили в електронну базу даних за допомогою програми MS Excel (у складі MS Office 2016).

На кожного пацієнта був оформлений формалізований протокол клінічного спостереження (Додаток 1), що містив ознаки, систематизовані за наступними категоріями: скарги, анамнез, клінічне обстеження, результати додаткового інструментального обстеження (рентгенологічне дослідження,

МРТ, сонографія). При аналізі отриманих даних вирішувались такі завдання, як опис параметрів, що вивчаються, в групах, оцінка значущості відмінності кількісних і якісних показників в групах, оцінка зв'язку між показниками. В ході дослідження застосовували наступні процедури і методи статистичного аналізу:

- визначення числових характеристик змінних;
- оцінка співвідношення емпіричного закону розподілу кількісних змінних теоретичному закону нормального розподілу за критерієм Шапиро-Уилка;
- оцінка значущості відмінностей середніх значень кількісних показників в незалежних вибірках по Т-тесту Ст'юдента;
- перевірка гіпотези про походження груп, сформованих за якісною ознакою з однієї і тієї ж популяції (проводили на основі побудови таблиць спряженості спостережуваних і очікуваних частот, застосовуючи критерій Хі-квадрат за Пірсоном (Pearson Chi - square), а при його нестійкості використали двосторонній точний тест Фішера (Fisher exact test) );
- оцінка ступеня впливу якісного чинника на дисперсію кількісних показників з використанням дисперсійного аналізу ANOVA (парні порівняння проводили за допомогою методу множинних порівнянь у рамках дисперсійного аналізу з використанням LSD Test);
- оцінка сили та напрямку зв'язку між кількісними ознаками, виміряними в кількісній шкалі, з використанням коефіцієнта кореляції за Пірсоном.

Для характеристики інформативності методів дослідження використовували об'єктивні параметри, що визначені як операційні характеристики тестів. До найважливіших операційних характеристик методів діагностики відносили: чутливість, специфічність, діагностичну точність. В якості допоміжних критеріїв інформативності використовували прогностичність позитивного та негативного результату.

Статистична обробка даних проводилася відповідно до рекомендацій по обробці результатів медико-біологічних досліджень [106]. Кількісні дані представлені у вигляді  $M \pm m$  (середнє  $\pm$  стандартне відхилення). Результати вважали статистично вірогідними при  $p < 0,05$ .

### **2.5. Забезпечення вимог біоетики**

Протокол обстеження хворих був затверджений на спільному засіданні кафедри ортопедії і травматології №1 НМАПО ім. П. Л.Шупика (завідувач кафедру, проф., д. мед. н. Герцен Генріх Іванович). Протокол складений відповідно до основних принципів Хельсінської декларації по біомедичним дослідженням (1974), адаптованої на 41-й Міжнародній асамблеї у Гонконзі (вересень, 1989 р.), в яких людина виступає їх об'єктом та азується на таких принципах, як повага особистості, інформованість пацієнта, оцінка ризику шкоди та користі. Цей протокол відображує етичні принципи у відношенні до людей, які виступають суб'єктами обстеження, викладені у Белмонтській доповіді (18.04.1979 р.) (Люди, що є суб'єктами дослідження // Белмонтська доповідь. Україно-Американський семінар з питань біоетики / Київ, 10-12 грудня 2001 року).

## **РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ ДІАГНОСТИЧНОЇ ЦІННОСТІ КЛІНІЧНИХ ТЕСТІВ ТА ІНСТРУМЕНТАЛЬНИХ МЕТОДІВ ДІАГНОСТИКИ**

### **3.1. Особливості перебігу ахіллобурситу, порушення якості життя пацієнтів, діагностична чутливість та специфічність клінічних тестів**

Захворювання ахіллового сухожилля і оточуючих його структур є актуальною проблемою сучасної медицини в зв'язку з тим, що суттєво порушують професійну та побутову активність, а також якість життя працездатного населення. Дані нозологічні форми супроводжуються больовим синдромом, набряклістю, обмеженням амплітудів рухів, причому слід відмітити, що ці клінічні ознаки супроводжують цілу низку захворювань різних структур заднього відділу стопи. У їх числі – ахіллобурсит, який часто недооцінюється. Складність клінічної діагностики цієї нозологічної форми полягає в тому, що семіотика нерідко імітує симптоматику ахіллотендиніту, синдрому «задньої п'яtkової шпори», тарзального тунельного синдрому та заднього імпінджмент-синдрому надп'яtkово-гомількового суглоба (*os trigonum*, гіпертрофований задньолатеральний відросток надп'яtkової кістки – відросток *Steida*).

В зв'язку з чим, метою першого етапу дисертаційного дослідження було провести аналіз вікових та гендерних особливостей, якості життя, а також діагностичної точності клінічних симптомів при ахіллобурситі. Робота заснована на матеріалах, отриманих при обстеженні 71 пацієнта з ахіллобурситом (93 випадки захворювання), які проходили лікування в травматологічних відділеннях фірми «Бессарабський лікувально-діагностичний центр»-ПП та міської клінічної лікарні № 8 м. Києва в період з 2016 по 2020 роки.

З аналізу причин звернень первинними були 32,3 % (23 пацієнта), в той час як 67,6% (48 пацієнтів) до моменту включення в дисертаційне дослідження проходили обстеження та лікування в інших лікувальних установах.



Співвідношення частоти первинного звернення до повторного становить більше ніж 1:2.

За термінами з моменту появи скарг до включення в дослідження хворих поділили на дві групи – раннє виявлення з верифікацією діагнозу до 4-х тижнів від початку перших симптомів та пізнє виявлення – більше 4-х тижнів. Співвідношення раннього та пізнього виявлення ахіллобурситу склало 22,6 % до 77,4 % (21 та 72 випадки захворювання відповідно). Найменший часовий проміжок від появи больового синдрому до госпіталізації в стаціонар та початку лікування дорівнював 23 добам, тоді як найбільший досягав 5,0 місяців. Середнє значення цього параметра склало  $2,0 \pm 0,5$  місяця.

Дані ознаки – хронічний перебіг та пізнє виявлення також можна віднести до клінічних особливостей ахіллобурситу. Розподіл причин, з приводу яких хворі зверталися до інших лікувальних закладів перед включенням в дослідження представлений на рис. 3.1.1.

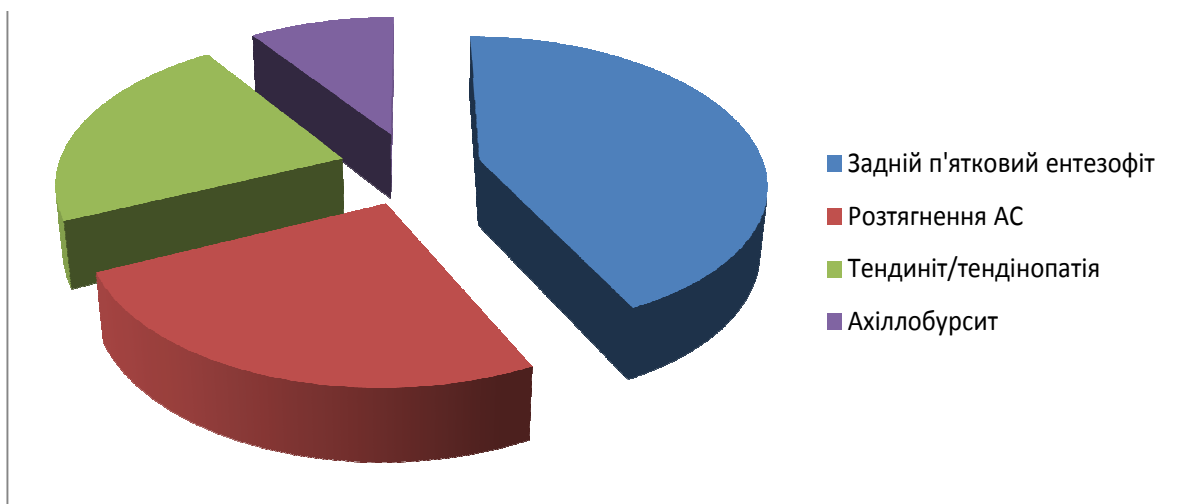


Рис. 3.1.1. Розподіл хворих за причинами первинного звернення в лікувальні установи.

Як бачимо, основною причиною пізнього звернення серед пацієнтів була хибна діагностика заднього п'яtkового ентезофіту (27 випадків, 42,8 %), розтягнення АС (16 випадків, 25,4 %) та тендінопатії/тендиніту АС (14 випадків, 22,2 %). Лише у 6 випадках (9,6 %) був виставлений правильний діагноз.

Вказані факти свідчать про недостатню обізнаність широкого кола ортопедів-травматологів про дану патологію.

В ході роботи було реалізоване комплексне дослідження 93 стоп - обстежено відповідно 46 лівих (50,0%) та 47 правих стоп (50,0%). Згідно отриманих результатів, ахіллобурсит діагностований як правобічний – у 30 пацієнтів (42,2%), лівобічний у 19 хворих (26,8 %), двосторонній – у 22 пацієнтів (31,0%).

У більшості випадків захворювання (68 випадків, 73,1 %) відмічалось поступове зростання клінічної симптоматики, тоді як гострий початок захворювання відмічався лише у 25 випадках (26,8 %).

Якість життя є комплексною характеристикою фізичного, психологічного, емоційного і соціального функціонування людини, яка ґрунтується на його суб'єктивному сприйнятті, в медичному розумінні цей термін завжди пов'язаний зі здоров'ям. Зважаючи на те, що ахіллобурсит є тим клінічним станом, який значно змінює ряд вагомих компонентів якості життя, вивчення даного питання є актуальним.

З аналізу отриманих результатів було доведено, що якість життя знижується в усіх хворих з ахіллобурситом за всіма шкалами опитувальника SF-36 (табл. 3.1.1).

Таблиця 3.1.1

**Якість життя у пацієнтів з ахіллобурситом за даними опитувальника SF-36**

	Пацієнти з ахіллобурситом n=71
Фізична активність (PF)	37,3±15,2
Роль фізичних проблем в обмеженні життєдіяльності (RP)	24,2±9,6
Фізичний біль (BP)	29,5±18,2
Загальне сприйняття здоров'я (GH)	30,4±24,1
Роль емоційних проблем в обмеженні життєдіяльності (RE)	56,8±10,9
Життєва сила (VE)	53,2±9,8
Психічне здоров'я (MH)	67,6±11,6
Соціальне функціонування (SF)	61,5±8,7

Найнижчі показники були отримані за шкалами, що формують фізичний компонент здоров'я - фізичної активності (PF,  $p < 0,05$ ), ролі фізичних проблем в обмеженні життєдіяльності (RP,  $p < 0,05$ ), фізичного болю (BP,  $p < 0,05$ ). Окрім того, отримані результати свідчать про те, що фізичний стан у пацієнтів з ахіллобурситом спричиняє значний негативний вплив на їх активність та повсякденну рольову діяльність ( $p < 0,05$ ).

Дані середніх показників за шкалами рольового функціонування, обумовленого емоційним станом ( $p < 0,05$ ), психічним здоров'ям ( $p < 0,05$ ), соціальним функціонуванням ( $p < 0,05$ ) свідчать про те, що наявність ахіллобурситу спричиняє незначний негативний вплив і на психологічний компонент здоров'я ( $p < 0,05$ ), обмежуючи соціальні контакти ( $p < 0,05$ ),

виконання професійної ( $p < 0,05$ ) та повсякденної роботи ( $p < 0,05$ ), що обумовлює й погіршення емоційного благополуччя ( $p < 0,05$ ) у таких хворих.

Клінічна діагностика ахіллобурситу полягає в виявленні характерних симптомів: біль в проекції бурси чи збоку від АС, набряк, іноді гіперемія, деформація в проекції задньо-верхніх відділів п'яtkової кістки, позитивний тест здавлювання за'яткової бурси двома пальцями, при якому біль виникає при натисканні медіально і латерально, безпосередньо перед АС. Також відмічається посилення болю при тильній флексії стопи та обмеження амплітуди рухів у надп'ятково-гомілковому суглобі. [75, 80]

При включенні в дослідження було встановлено, що в 92,4% (86) випадків основною скаргою був біль у задніх відділах стопи, тоді як в інших 7,6% випадках при первинному зверненні хворі зверталися в першу чергу з приводу видимої деформації п'яти. Під час клінічного обстеження було виявлено гіперемію (24 випадки, 25,8 %), деформацію п'яткового горба (35 випадків, 37,6 %), набряклість (61 випадок, 65,6 %), обмеження дорсальної флексії стопи (78 випадків, 83,8 %). При пальпаторному дослідженні визначали позитивний тест здавлювання зап'яткової бурси в 90 випадках (96,7 %).

Діагностична точність больового синдрому при ахіллобурситі представлена в табл. 3.1.2.

Таблиця 3.1.2

**Діагностична точність больового синдрому при ахіллобурситі**

Показник	Прогностична цінність, %	[ДІ, 95%]
Чутливість	92,4	85,1-96,9
Специфічність	37,5	22,7-54,2
Діагностична точність	75,9	67,7-82,9
Прогностична цінність позитивного результату	77,4	72,8-81,5
Прогностична цінність негативного результату	68,1	48,6-82,9
Відношення правдоподібності для позитивного тесту (LR+)	1,4	1,1-1,9
Відношення правдоподібності для негативного тесту (LR-)	0,2	0,09-0,4
Частота хибно-позитивного тесту	62,5	-
Частота хибно-негативного тесту	7,5	-

Чутливість даної клінічної ознаки складає 92,4% [ДІ% 85,1-96,9], специфічність - 37,5% [ДІ% 22,7-54,2]. Тобто симптом наділений високою чутливістю та низькою специфічністю, що підтверджено помірною діагностичною точністю - 75,9 [ДІ% 67,7-82,9] та досить високою частотою хибно-позитивного результату – 62,5 % . Частота хибно-негативного результату склала всього 7,5%, прогностична цінність позитивного та негативного результатів склали 77,4% [ДІ% 72,8-81,5] і 68,1% [ДІ% 48,6-82,9]. Відношення правдоподібності для позитивного тесту дорівнювало 1,4 [ДІ% 1,1-1,9], для негативного тесту – 0,2 [ДІ% 0,09-0,4]. Діагностична точність становила 75,9% [довірчий інтервал (ДІ) % 67,7-82,9].

Гіперемія шкірних покривів заднього відділу стопи спостерігалась всього у 25,8% (Рис. 3.1.2).



Рис. 3.1.2. Гіперемія кожних покривів у хворого з за'ятковим бурситом (біла стрілка).

Діагностична точність наявності гіперемії при ахіллобурситі представлена в табл. 3.1.3.

Таблиця 3.1.3

**Діагностична точність гіперемії при ахіллобурситі**

Показник	Прогностична цінність, %	[ДІ, 95%]
Чутливість	25,8	17,3-35,9
Специфічність	62,5	45,8-77,2
Діагностична точність	36,8	28,6-45,6
Прогностична цінність позитивного результату	61,5	48,5-73,0
Прогностична цінність негативного результату	26,6	21,7-32,1
Відношення правдоподібності для позитивного тесту (LR+)	0,7	0,4-1,2
Відношення правдоподібності для негативного тесту (LR-)	1,2	0,9-1,5
Частота хибно-позитивного тесту	37,5	-
Частота хибно-негативного тесту	74,2	-

Чутливість даної клінічної ознаки складає 25,8% [ДІ% 17,3-35,9], специфічність - 62,5% [ДІ% 45,8-77,2]. Відповідно цей симптом наділений низькою чутливістю та специфічністю, що підтверджено низькою діагностичною точністю - 36,8 [ДІ% 28,6-45,6] та досить високою частотою хибно-негативного результату – 74,2 % . Частота хибно-позитивного результату дещо менша, проте складає 37,5%. Прогностична цінність позитивного та негативного результатів склали 61,5% [ДІ% 48,5-73,0] і 26,6% [ДІ% 21,7-32,1]. Відношення правдоподібності для позитивного тесту дорівнювало 0,7 [ДІ% 0,4-1,2], для негативного тесту – 1,2 [ДІ% 0,9-1,5].

Деформація контурів п'яткового горба визначалась у 35 випадках захворювання (37,6%). Даний клінічний критерій в діагностиці представлений на рис.3.1.3.



Рис. 3.1.3. Деформація контурів п'яtkового горба (чорна стрілка).

Діагностична точність деформації в ділянці п'яtkового горба при досліджуваній патології представлена в табл. 3.1.4.



Таблиця 3.1.4

**Діагностична точність деформації в ділянці  
п'яткового горба при ахіллобурситі**

Показник	Прогностична цінність, %	[ДІ, 95%]
Чутливість	37,6	27,7-48,3
Специфічність	15,0	5,7-29,8
Діагностична точність	30,8	23,1-39,4
Прогностична цінність позитивного результату	50,7	43,4-58,0
Прогностична цінність негативного результату	9,4	4,6-18,0
Відношення правдоподібності для позитивного тесту (LR+)	0,4	0,3-0,6
Відношення правдоподібності для негативного тесту (LR-)	4,1	2,0-8,8
Частота хибно-позитивного тесту	85,0	-
Частота хибно-негативного тесту	62,3	-

Діагностична точність деформації в ділянці п'яткового горба при ахіллобурситі в нашому дослідженні показало низькі значення. Так чутливість даної клінічної ознаки складає 37,6% [ДІ% 27,7-48,3], а специфічність всього 15,0% [ДІ% 5,7-29,8]. Діагностична точність - 30,8 [ДІ% 23,1-39,4]. Відмічається висока частота хибно-позитивного - 74,2 % та хибно-негативного 62,3% результату. Прогностична цінність позитивного та негативного результатів склали 50,7% [ДІ% 43,4-58,0] і 9,4% [ДІ% 4,6-18,0]. Відношення правдоподібності для позитивного тесту дорівнювало 0,4 [ДІ% 0,3-0,6], для негативного тесту значення було високим – 4,1 [ДІ% 2,0-8,8].

Набряклість з обох сторін від АС в проекції зап'яткової бурси спостерігалась у 61 випадку (65,5 %) (Рис.3.1.4).



Рис. 3.1.4. Набряклість з обох сторін від АС в проекції зап'яткового рецессусу у хворого з ахіллобурситом (біла стрілка).

Представлена клінічна ознака характеризується помірною чутливістю 65,6% [ДІ% 55,0-75,1] та максимальною специфічністю – 100,0% [ДІ% 91,2-100,0]. Це підтверджується максимальним значенням прогностичної цінності позитивного результату – 100,0% та відношенням правдоподібності для позитивного результату, а також відсутністю хибно-позитивного результату. Діагностична точність - 76,0 [ДІ% 67,7-82,9]. Частота хибно-негативного результату склала 34,4%. Відношення правдоподібності для негативного тесту – 0,3 [ДІ% 0,2-0,4].

Діагностична точність цього критерію представлена в табл. 3.1.5.

Таблиця 3.1.5

**Діагностична точність набрякості з двох сторін від АС  
в проекції бурси при ахіллобурситі**

Показник	Прогностична цінність, %	[ДІ, 95%]
Чутливість	65,6	55,0-75,1
Специфічність	100,0	91,2-100,0
Діагностична точність	76,0	67,7-82,9
Прогностична цінність позитивного результату	100,0	-
Прогностична цінність негативного результату	55,5	48,5-62,3
Відношення правдоподібності для позитивного тесту (LR+)	infinity	infinity
Відношення правдоподібності для негативного тесту (LR-)	0,3	0,2-0,4
Частота хибно-позитивного тесту	0	-
Частота хибно-негативного тесту	34,4	-

Обмеження тильного згинання у надп'яtkово-гомiлковому суглобі відзначалось у 78 випадках ахіллобурситу, що склало 83,8%.

Аналізуючи діагностичну цінність обмеження дорсіфлексії стопи були отримані дані, що представлені в табл. 3.1.6.

Таблиця 3.1.6

**Діагностична точність обмеження дорсіфлексії стопи при  
ахіллобурситі**

Показник	Прогностична цінність, %	[ДІ, 95%]
Чутливість	83,8	74,8-90,7
Специфічність	27,5	14,6-43,9
Діагностична точність	36,8	28,6-45,6
Прогностична цінність позитивного результату	72,9	68,5-76,8
Прогностична цінність негативного результату	42,3	27,0-59,2
Відношення правдоподібності для позитивного тесту (LR+)	1,1	0,9-1,4
Відношення правдоподібності для негативного тесту (LR-)	0,6	0,3-1,1
Частота хибно-позитивного тесту	72,5	-
Частота хибно-негативного тесту	16,1	-

Зменшення обсягу тильного згинання характерно не тільки для ахіллобурситу. Чутливість даної клінічної ознаки складає 83,8% [ДІ% 74,8-90,7], специфічність - 27,5% [ДІ% 14,6-43,9]. Відповідно цей симптом наділений високою чутливістю та низькою специфічністю, що підтверджено високої частотою хибно-позитивного результату – 72,5 %. Частота хибно-негативного результату дорівнює 16,1%. Прогностична цінність позитивного та негативного результатів склали 72,9% [ДІ% 68,5-76,8] і 42,3% [ДІ% 27,0-59,2]. Відношення правдоподібності для позитивного тесту дорівнювало 1,1 [ДІ% 0,9-1,4], для негативного тесту – 0,6 [ДІ% 0,3-1,1].

Звертає на себе увагу клінічне значення проведення тесту здавлювання бурси та його висока діагностична інформативність. Діагностична точність становила 96,2% [ДІ 91,4-98,7%] та представлена в табл. 3.1.7.

Таблиця 3.1.7

**Діагностична точність тесту здавлювання бурси при ахіллобурситі**

Показник	Прогностична цінність, %	[ДІ, 95%]
Чутливість	96,7	90,8-99,3
Специфічність	95,0	83,1-99,4
Діагностична точність	96,2	91,4-98,7
Прогностична цінність позитивного результату	97,8	92,0-99,4
Прогностична цінність негативного результату	92,7	80,6-97,5
Відношення правдоподібності для позитивного тесту (LR+)	19,3	5,0-74,7
Відношення правдоподібності для негативного тесту (LR-)	0,03	0,01-0,1
Частота хибно-позитивного тесту	5,0	-
Частота хибно-негативного тесту	3,2	-

Представлена клінічна ознака характеризується високою чутливістю 96,7% [ДІ% 90,8-99,3] та специфічністю – 95,0% [ДІ% 83,1-99,4]. Це підтверджується високими значенням прогностичної цінності позитивного та негативного результатів - 97,8% [ДІ% 92,0-99,4] та 92,7% [ДІ% 80,6-97,5]. Частота хибно-позитивного результату дорівнює всього 5,0%, хибно-негативного результату – 3,2%. Також це клінічний тест характеризується високим значенням відношення правдоподібності для позитивного результату – 19,3 [ДІ% 5,0-74,7] та низьким значенням відношення правдоподібності для негативного результату – 0,03 [ДІ% 0,01-0,1].

Таким чином, результати дисертаційної роботи, представлені в розділі 3.1. відображають особливості перебігу ахіллобурситу, надають результати аналізу причин пізнього звернення, гендерну залежність, а також інформацію відносно діагностичної чутливості та специфічності клінічних тестів.

В роботі встановлено, що для даної патології є характерною запізнена верифікація діагнозу, причому співвідношення раннього та пізнього виявлення синдрому складає 27,7 % до 72,3 %. Найменший часовий проміжок від появи больового синдрому до госпіталізації в стаціонар та початку лікування дорівнював 10 добам, тоді як найбільший досягав 5,0 місяців. В середньому часовий проміжок від появи больового синдрому до госпіталізації в стаціонар та початку лікування склав  $2,0 \pm 0,5$  місяця. Основною проблемою пізнього звернення серед пацієнтів була помилкова діагностика синдрому задньої п'яткової шпори (51,4 %), тендінопатії (18,0 %) та розтягнення АС (2,8 %). Проте, все ж у 27,8 % був встановлений правильний діагноз, але у 80,0 % з них була невірно вибрана тактика лікування, а в 20,0 % допущені помилки в лікуванні.

При дослідженні особливостей локалізації ахіллобурситу встановлено більшу долю правобічної патології (48,6 %), порівняно з лівобічним синдромом (34,7%) та двостороннім (16,6%).

Також в дослідженні виявлено особливості початку захворювання – 84,7% досліджуваних відмічали поступове зростання клінічної симптоматики, тоді як гострий початок захворювання відмічався лише у 15,3 % пацієнтів.

Аналіз стандартизованих показників якості життя показав, що загальний стан здоров'я пацієнтів з ахіллобурситом оцінювався нижче середнього ( $p < 0,05$ ), для хворих були характерні нижчі показники шкал фізичного функціонування ( $p < 0,05$ ), соціальної активності і життєздатності ( $p < 0,05$ ).

В літературі вказується, що основним симптомом ахіллобурситу є біль, набряклість, деформація в проекції задньо-верхніх відділів п'яткової кістки. Допоміжними клінічними ознаками ахіллобурситу також є обмеження дорсальної флексії стопи та позитивний тест здавлювання зап'яткової бурси. В

нашій роботі було досліджено чутливість, специфічність, діагностичну точність та претестову вірогідність вищенаведених клінічних симптомів та тестів. Зокрема, наявність болю було наділено високою чутливістю (92,4%) та низькою специфічністю (37,5%), діагностичною точністю - 75,9%, високою частотою хибно-позитивного (62,5%) та досить низькою (7,5%) хибно-негативного результату. Контрверсійні результати отримані відносно наявності гіперемії у пацієнтів з ахіллобурситом - симптом відрізнявся низькою чутливістю (25,8%), помірною специфічністю (62,5%) та високою частотою хибно-негативного (74,2%) та хибно-позитивного (37,5%) результатів. Діагностична точність дорівнювала 36,8%. Діагностична точність наявності деформації в ділянці п'яtkового горба була невисокою та склала 30,8% з високою частотою хибно-позитивного (85,0%) та хибно-негативного (62,3%) результатів. Показники чутливості та специфічності мали низькі значення – 37,6% та 15,0 % відповідно. Чутливість навколосухожильного набрякового симптому в проекції зап'яtkової бурси встановлена на рівні 65,6%, специфічність – на рівні 100,0%, діагностична точність – 76,0%. Цей симптом характеризується відсутністю хибно-позитивного результату, проте частота хибно-негативного результату досить висока і склала 34,4%. Чутливість обмеження дорсальної флексії стопи складає 83,8 %, проте специфічність – 27,5%. Тобто симптом наділений достатньо високою чутливістю, але разом з цим має низьку специфічність та високу частоту хибно-позитивного результату – 72,5 %. Діагностична точність склала 36,8 %.

Важливою клініко-діагностичною ознакою при ахіллобурситі в проведеному дослідженні був позитивний тест здавлювання бурси (чутливість тесту - 96,7%, специфічність – 95,0%, діагностична точність – 96,2%). Причому діагностична значимість ознаки підтверджується низькою вірогідністю хибно-позитивного (5,0%) та хибно-негативного (3,2%) результатів.

Підсумовуючи наведені результати відносно клінічного перебігу ахіллобурситу, аналізу якості життя, чутливості та специфічності клінічних тестів, слід підкреслити, що залишається ряд складнощів при виявленні цього

синдрому, які призводять до запізнілої діагностики. Тому актуальним є впровадження методики комплексного дослідження пацієнтів з цим захворюванням, а також поширення інформації відносно даної патології серед широкого кола ортопедів-травматологів.

### **3.2. Діагностична чутливість та специфічність інструментальних методів дослідження при ахіллобурситі**

Діагностика та лікування захворювань структур заднього відділу стопи є однією з актуальних завдань ортопедії та травматології. Незважаючи на велику кількість робіт, присвячених проблемі виявлення і лікування ахіллобурситу, кількість діагностичних помилок сягає більше 72 %.

Помилки у виявленні цієї патології призводять до запізнілої діагностики, внаслідок чого своєчасне лікування здійснюється лише у незначній кількості пацієнтів. Недіагностований ахіллобурсит є причиною розвитку супутніх вторинних захворювань АС. Це призводить до невірної тактики відносно вибору медикаментозного або хірургічного лікування.

Діагностичними критеріями ахіллобурситу вважають збільшення розмірів поверхневої (ретроахілярної) чи зап'яткової бурси та потовщення синовіальної оболонки та/чи наявність ексудату в порожнині бурси. Непрямим діагностичним критерієм є наявність збільшених задньо-верхніх відділів п'яткової кістки, що у симптоматичних пацієнтів характеризує наявність синдрому Haglund.

Комплексне використання діагностичних методик дозволяє значно корисніше та ширше використати можливості методів дослідження в діагностиці захворювань заднього відділу стопи. Попри те, що діагностична точність кожного з методів є безперечною, проблема діагностичної



інформативності кожного з методів в порівнянні з іншими, а також питання переваги в кожному конкретному з випадків, враховуючи дорожнечу комплексного обстеження, залишається на сьогодні актуальним.

Тому метою даного дослідження було визначення характеристик різних діагностичних критеріїв. Ми порівнювали рентгенологічний метод, методи МРТ та УЗД за для розробки одночасно оптимального та точного шляху діагностики пацієнтів з ахіллобурситом.

Всім пацієнтам виконували стандартне рентгенологічне дослідження стопи у бічній зовнішній проекції з повним статичним навантаженням. Завдяки цьому методу визначали наявність затемнення зап'яtkового рецесусу та збільшення задньо-верхніх відділів п'яtkового горба. Також відмічались ознаки супутньої тендопатії АС – кальцинати у товщі сухожилля, кісткові розростання в місці інсерції, крайові ерозії кортикального шару п'яtkової кістки.

Збільшення задньо-верхніх відділів п'яtkової кістки оцінювали методом визначення індексу Y. Tourné. Оскільки вимірювання індексу Y. Tourné характеризує саме збільшення задньо-верхніх відділів п'яtkової кістки, то застосування його в діагностиці ізольованого зап'яtkового бурситу не є коректним. Тому даний критерій ми оцінювали, порівнюючи результати тесту між пацієнтами з наявністю деформації Хаглунда та без деформації.

Діагностична точність індексу Y. Tourné в діагностиці синдрому Хаглунда, спричиненого імпінджментом зап'яtkової бурси між п'яtkовою кісткою та АС представлена в табл. 3.2.1.

Таблиця 3.2.1

## Діагностична точність індексу Y. Tourné при ахіллобурситі

Показник	Прогностична цінність, %	[ДІ, 95%]
Чутливість	44,1	33,8-54,7
Специфічність	100,0	91,2-100,0
Діагностична точність	60,9	52,0-69,2
Прогностична цінність позитивного результату	100,0	-
Прогностична цінність негативного результату	43,5	39,1-48,0
Відношення правдоподібності для позитивного тесту (LR+)	infinity	infinity
Відношення правдоподібності для негативного тесту (LR-)	0,5	0,4-0,7
Частота хибно-позитивного тесту	0	-
Частота хибно-негативного тесту	56,0	48,9-64,3

Чутливість даної клінічної ознаки при ахіллобурситі складає 44,1% [ДІ% 33,8-54,7], специфічність – 100,0 % [ДІ% 91,2-100,0]. Тобто, симптом наділений низькою чутливістю та максимальною специфічністю до ахіллобурситу, не дає хибно-позитивного результату, проте одночасно має досить високу частоту хибно-негативного результату – 56,0% [ДІ% 48,9-64,3]. Діагностична точність склала 60,9% [ДІ% 52,0-69,2].

Варто зауважити, що даний індекс відображає ступінь збільшення задньо-верхніх відділів п'яткової кістки і характеризує наявність або відсутність деформації Хагlundа, яка в свою чергу при відповідній симптоматиці клінічно проявляється у хворих в вигляді синдрому Хагlundа. У цих хворих також спостерігаються симптоми бурситу, але патогенез і, відповідно, лікування

відрізняється, що ми в даній дисертаційній роботі відобразили не тільки в клінічній частині, а й в розділі з комп'ютерним моделюванням.

Отримані дані вказують на той факт, що не всі випадки ахіллобурситу спричинені збільшенням задньо-верхніх відділів п'яtkової кістки. Встановлено, що у 52 випадках (55,9%) мав місце ізольований ахіллобурсит без синдрому Хагlundа.

Одним з рентген-критеріїв ахіллобурситу вважається наявність затемнення зап'яtkового рецесусу. У нормі зап'яtkовий рецесус визначається як невелика ділянка просвітлення між задньо-верхніми відділами п'яtkової кістки і прилеглими відділами АС. Це обумовлено зісковзуванням язичка жирового тіла Кагера в карман [11, 81]. При бурситі в даному місці локалізується збільшена синовіальна сумка, заповнена рідиною або з гіпертрофованою ущільненою синовіальною оболонкою, тим самим відтісняючи більш рентген-прозоре жирове тіло. На рентгенограмі в такому випадку візуалізується затемнення зап'яtkового рецесусу. Варто відзначити, що верифікація цієї рентген-ознаки буває утруднена і досить сильно залежить від якості самої рентгенограми. В нашому дослідженні всього у 73 випадках (78,5%) було достовірно визначено затемнення зап'яtkового карману.

Діагностична точність затемнення зап'яtkового рецесусу у пацієнтів з ахіллобурситом представлена в табл. 3.2.2.

Таблиця 3.2.2

**Діагностична точність затемнення зап'яткового рецесусу при  
ахіллобурситі**

Показник	Прогностична цінність, %	[ДІ, 95%]
Чутливість	78,5	68,7-86,3
Специфічність	92,5	79,6-98,4
Діагностична точність	82,7	75,2-88,7
Прогностична цінність позитивного результату	96,0	89,0-98,6
Прогностична цінність негативного результату	64,9	55,4-73,3
Відношення правдоподібності для позитивного тесту (LR+)	10,4	3,5-31,2
Відношення правдоподібності для негативного тесту (LR-)	0,2	0,1-0,3
Частота хибно-позитивного тесту	7,5	3,4-11,0
Частота хибно-негативного тесту	21,5	17,6-28,4

Затемнення зап'яткового рецесусу при ахіллобурситі – чутливість даної рентгенологічної ознаки при ахіллобурситі складає 78,5% [ДІ% 68,7-86,3], специфічність – 92,5 % [ДІ% 79,6-98,4]. Тобто симптом наділений досить високою чутливістю та специфічністю до ахіллобурситу, з низькою частотою хибно-позитивного результату (7,5%) та помірною частотою хибно-негативного результату – 21,5% [ДІ % 17,6-28,4]. Прогностична цінність позитивного результату склала 96,0% [ДІ% 89,0-98,6], негативного результату – 64,9% [ДІ 55,4-73,3]. Діагностична точність склала 82,7% [ДІ% 75,2-88,7]. Варто зазначити, що відсутність затемнення зап'яткового рецесусу внаслідок збільшеної м'якотканинної бурси швидше свідчить не про негативний

результат, а про труднощі візуалізації і оцінки даного структурного елементу методом рентгенографії (Рис.3.2.1).

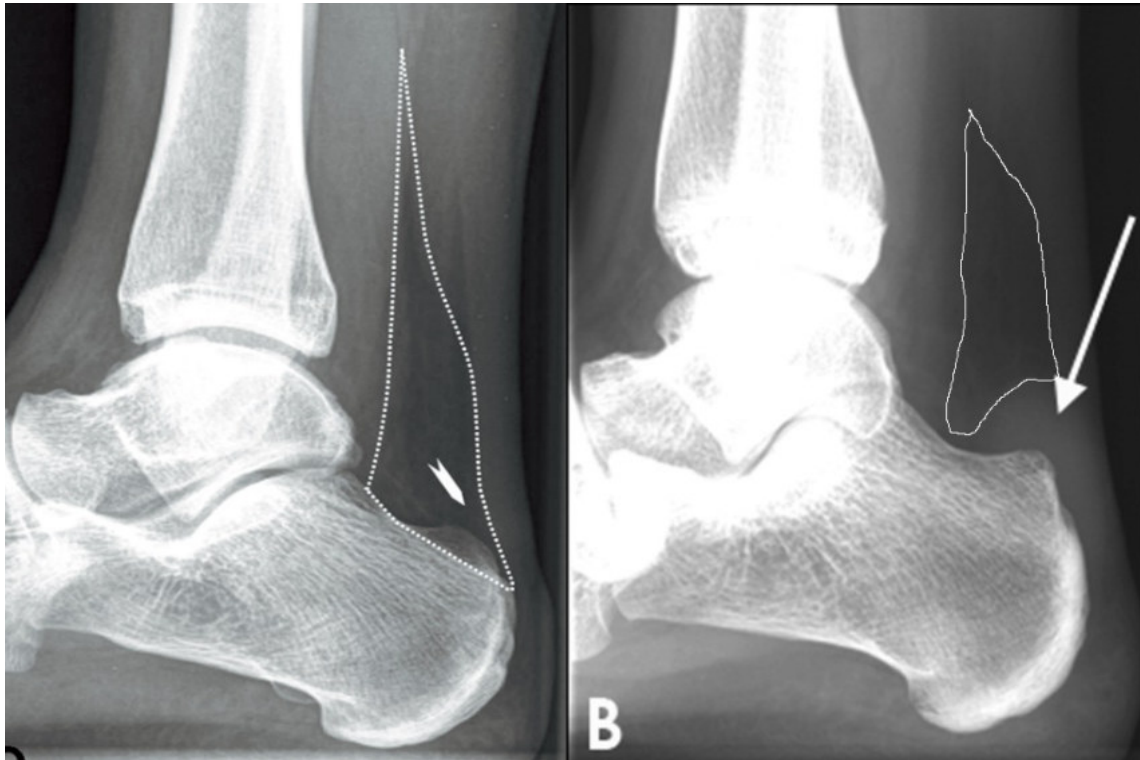


Рис. 3.2.1. А. Стрілка вказує на зап'ятковий карман: клин з жирової тканини Kager, який у нормі утворює кут просвітління позаду задньо-верхньої частини п'яткової кістки.

В. Зап'ятковий карман зник через менш рентгенопрозорість рідини в розтягнутій зап'ятковій сумці (стрілка).

Досліджуючи параметри зап'яткової бурси у пацієнтів з ахіллобурситом за допомогою МРТ було з'ясовано, що збільшення синовіальної бурси може бути як за рахунок наявності в її порожнині підвищеного рідинного вмісту, так і за рахунок потовщення синовіальної оболонки бурси. В структурі всіх обстежених випадків ахіллобурситу була більша частина з ексудативним процесом у бурсі (51 випадків, 54,8%), проте, відзначалися пацієнти з проліферативним процесом – 42 випадки, які склали 45,2%. Тому показники чутливості та частоти хибно-негативних результатів вищеперерахованих

критеріїв є досить відносними, проте специфічність сягає максимальних значень.

Діагностична точність збільшення розмірів зап'яткової бурси з наявністю ексудату в порожнині бурси представлена в табл. 3.2.3. Діагностична точність становила 77,4 % [ДІ 71,9-80,4%].

*Таблиця 3.2.3*

**Діагностична точність збільшення розмірів зап'яткової бурси з наявністю ексудату в порожнині бурси при ахіллобурситі (МРТ)**

Показник	Прогностична цінність, %	[ДІ, 95%]
Чутливість	54,8	46,1-60,8
Специфічність	100,0	97,8-100,0
Діагностична точність	77,4	71,9-80,4
Частота хибно-позитивного тесту	0	0
Частота хибно-негативного тесту	45,2	35,1-56,5
Відношення правдоподібності для позитивного тесту (LR+)	Infinity	Infinity
Відношення правдоподібності для негативного тесту (LR-)	0,4	0,2-0,5

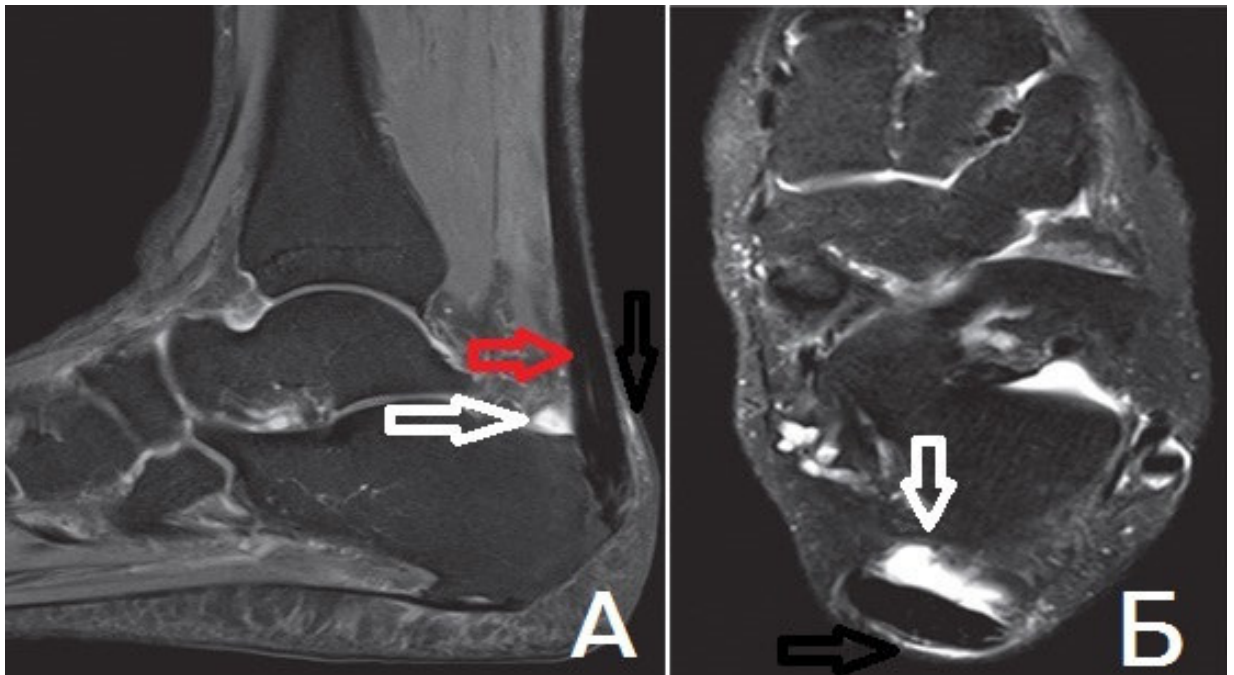


Рис. 3.2.2 (А) Сагітальна та (Б) аксіальна проекція МР-зображень з наявністю рідини у зап'ятковій (білі стрілки) та поверхневій (чорна стрілка) бурсах. Також спостерігається потовщення АС (червона стрілка).

Чутливість даної томографічної ознаки складає 54,8% при довірчому інтервалі [46,1-60,8%], специфічність – 100,0 % [ДІ 97,8-100,0%]. Тобто, симптом наділений достатньо високою специфічністю, помірною чутливістю та високою частотою хибно-негативного результату – 45,2 % [ДІ 35,1-56,5 %]. Діагностична точність склала 77,4 % [ДІ 71,9-80,4%].

Діагностична точність клінічного критерію такого, як потовщення синовіальної оболонки зап'яткової бурси представлена в табл. 3.2.4. Діагностична точність становила 72,6 % [ДІ 68,8-77,0%].

Чутливість даної клінічної ознаки складає 45,2% при довірчому інтервалі [39,2-54,1], проте специфічність – 100,0 % [ДІ 98,4-100,0 %]. Тобто, симптом наділений високою специфічністю, але разом з цим має низьку чутливість та високу частоту хибно-негативного результату – 54,8 % [ДІ 50,8-66,1%]. Діагностична точність склала 72,6% [ДІ 68,8-77,0 %].

Таблиця 3.2.4

**Діагностична точність потовщення синовіальної оболонки  
зап'яткової бурси при ахіллобурситі (МРТ)**

Показник	Прогностична цінність, %	[ДІ, 95%]
Чутливість	45,1	34,8-55,8
Специфічність	100,0	91,2-100,0
Діагностична точність	72,6	68,8-77,0
Частота хибно-позитивного тесту	0	0
Частота хибно-негативного тесту	54,8	50,8-66,1
Відношення правдоподібності для позитивного тесту (LR+)	Infinity	Infinity
Відношення правдоподібності для негативного тесту (LR-)	0,5	0,4-0,7

Діагностична точність клінічного критерію такого як збільшення розмірів зап'яткової бурси за допомогою сонографії, з наявністю ексудату в порожнині бурси представлена в табл. 3.2.5.



Таблиця 3.2.5

**Діагностична точність збільшення розмірів зап'яткової бурси з наявністю ексудату (сонографія)**

Показник	Прогностична цінність, %	[ДІ, 95%]
Чутливість	45,1	34,8-55,8
Специфічність	100,0	91,2-100,0
Діагностична точність	61,6	52,8-70,0
Частота хибно-позитивного тесту	0	0
Частота хибно-негативного тесту	54,8	50,8-66,1
Відношення правдоподібності для позитивного тесту (LR+)	Infinity	Infinity
Відношення правдоподібності для негативного тесту (LR-)	0,5	0,4-0,6



Рис. 3.2.3. Поздовжня сонограма заднього відділу стопи. Візуалізується збільшена зап'яткова бурса (біла стрілка) та потовщення АС (червона стрілка).

Дана сонографічна ознака при ахіллобурситі має середню чутливість (45,1%) та високу специфічність (100,0 %). Частота хибно-негативного тесту склала 54,8%. Не зафіксовано жодного хибно-позитивного результату. Діагностична точність склала 61,6% [ДІ 52,8-70,0%].

Діагностична точність клінічного критерію такого, як потовщення синовіальної оболонки зап'яткової бурси, представлена в табл. 3.2.6.

Таблиця 3.2.6

**Діагностична точність потовщення синовіальної оболонки зап'яткової бурси при ахіллобурситі (сонографія)**

Показник	Прогностична цінність, %	[ДІ, 95%]
Чутливість	38,7	28,8-49,4
Специфічність	100,0	91,2-100,0
Діагностична точність	57,1	48,3-65,7
Частота хибно-позитивного тесту	0	-
Частота хибно-негативного тесту	61,3	52,8-70,2
Відношення правдоподібності для позитивного тесту (LR+)	Infinity	Infinity
Відношення правдоподібності для негативного тесту (LR-)	0,6	0,5-0,7

Чутливість даної ознаки складає 38,7% при довірчому інтервалі [28,8-49,4], проте специфічність – 100,0 % [ДІ 91,2-100,0 %]. Тобто, симптом наділений максимальною специфічністю, але разом з цим має низьку чутливість та високу частоту хибно-негативного результату – 61,3 % [ДІ 52,8-70,2%]. Діагностична точність склала 57,1 % [ДІ 48,3-65,7%].

Також досліджувались супутні діагностичні ознаки (Рис. 3.2.4), які не стільки впливають на верифікацію захворювання, скільки вказують на вторинні

зміни в навколишніх структурах і необхідні для визначення подальшої тактики лікування. Наявність заднього п'яtkового ентезофіта, інтрасухожильних кальцинатів, потовщення АС представлено в табл.3.2.7.

Таблиця 3.2.7

### Частота супутніх діагностичних ознак

Діагностична ознака	Рентгенографія	УЗД	МРТ
Задній п'яtkовий ентезофіт	28 (30,1%)	18 (19,3%)	28 (30,1%)
Інтрасухожильні кальцинати	21 (22,5%)	45 (48,4%)	52 (55,9%)
Потовщення АС	15 (16,1%)	60 (64,5%)	68 (73,1%)
Набряк нижніх відділів жирового тіла Кагера	-	-	19 (20,4%)

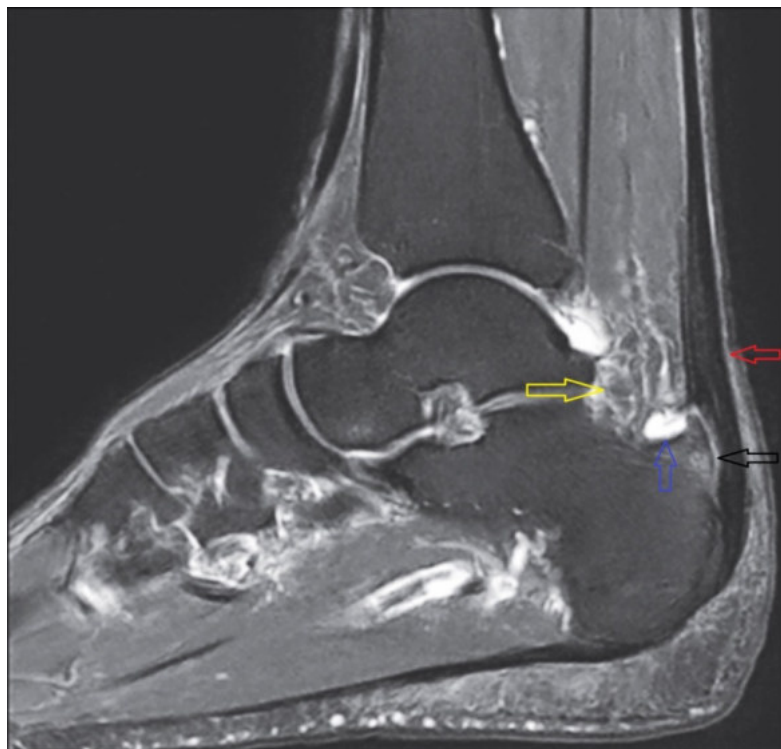


Рис.3.2.4. МРТ хворої 38 років з синдромом Хаглунда. Спостерігається збільшена зап'яtkова бурса, заповнена рідинним вмістом (синя стрілка), збільшені задньо-верхні відділи п'яtkової кістки (чорна стрілка), потовщення АС (червона стрілка) та набряк нижніх відділів жирового тіла Кагера (жовта стрілка).

Досліджуючи перераховані вище діагностичні критерії, ми виявили певні взаємозв'язки. Так, 72,0 % (49 із 68) випадків потовщення АС припали на збільшення задньо-верхніх відділів п'яткової кістки (індекс  $Y$ . Tourné менше 2,5). Тобто всі (100,0 %) випадки наявної деформації Хаглунда супроводжувалися потовщенням сухожилля. Це вказує на наявність супутніх патологічних змін в АС при збільшених задньо-верхніх відділах п'яткової кістки. У разі виявлення перерахованих вище ознак у комбінації зі збільшенням синовіальної бурси можна стверджувати про наявність у пацієнта синдрому Хаглунда.

Наступні дані дозволили більш глибоко поглянути на проблему ахіллобурситу. Так було виявлено зв'язок між наявністю потовщення синовіальної оболонки зап'яткової бурси і потовщенням АС: в 17 з 19 (89,5 %) випадків потовщення синовіальної оболонки зап'яткової бурси було зафіксовано потовщення АС. Це підтверджує гіпотезу про певну кореляцію між тривалістю захворювання на зап'ятковий бурсит і вторинними дегенеративними змінами самого ахіллового сухожилля. Також цей факт дозволяє говорити про велику важливість патологічно зміненої бурси і її вплив на навколишні структури. Отримані результати підводять до питання про зміну парадигми про ключовий вплив деформації Хаглунда на розвиток патологічних змін АС на користь патологічно зміненої зап'яткової бурси. Дане питання вимагає подальшого вивчення і біомеханічного обґрунтування.

Однак лише в 2 з 25 (3,0 %) випадків збільшення за рахунок рідини зап'яткової синовіальної бурси спостерігається збільшення передньо-заднього розміру АС.

Проблема діагностики ахіллобурситу полягає не стільки у виборі методу діагностики або у відсутності достовірних діагностичних критеріїв, скільки в необхідності серед усіх критеріїв виділити основні, прогностичні – тобто ті, що визначають подальшу лікувальну тактику.

Підсумовуючи всі отримані дані, ми виділили такі ключові діагностичні критерії: індекс  $Y$ . Tourné, наявність потовщеної / ущільненої синовіальної

оболонки зап'яткової бурси, або збільшення розмірів зап'яткової бурси за рахунок підвищеної кількості рідини в порожнині сумки та потовщення АС. На відміну від інших клініко-інструментальних діагностичних критеріїв ахіллобурситу перераховані вище ознаки, на наш погляд, впливають на вибір подальшої тактики лікування.

### **3.3. Обґрунтування запропонованого алгоритму діагностики та лікування ахіллобурситу**

Як зазначалося вище, були спроби класифікувати синдром Хаглунда за вираженістю задньо-верхніх відділів п'ятковою кістки, локалізацією та формою деформації [76, 80]. Також важливими критеріями автори вважали ураження АС та наявність осифікації [80].

Однак обидві запропоновані класифікації ставили акцент саме на патологічних змінах задньо-верхніх відділів п'яткової кістки і не приділяли особливої уваги зап'ятковій бурсі. Слід зазначити, що деякі автори відзначають наявність у хворих ахіллобурситу при незміненому задньо-верхньому краю п'яткової кістки [64, 88].

Вивчаючи пацієнтів з ахіллобурситом, ми звернули увагу на різноманітність не тільки клінічних, але і морфологічних варіантів. Виявивши деякі закономірності морфологічних змін у 93 випадках захворювання, ми можемо запропонувати три типу ахіллобурситу (рис. 3.3.1).

Ексудативний тип – клінічно «яскравий» варіант (25 випадків із 93 – 26,9 %), що характеризується вираженим збільшенням розмірів зап'яткової синовіальної сумки за рахунок надмірного скупчення рідинного вмісту, при цьому не виявляється потовщення АС і збільшення задньо-верхніх відділів п'яткової кістки. Візуально цей тип найчастіше клінічно проявляється гострим початком (у 84,0 % випадків), згладженістю контурів дистальних відділів АС і вираженим набряком місця прикріплення (у 92,0 %), наявністю гіперемії (у 88,0 %), різким болем при пальпації (у 72,0 %).

Проліферативний тип – клінічно «прихований» варіант (19 випадків із 93 – 20,4 %), характеризується невираженим збільшенням розмірів зап'яткової бурси, потовщенням і ущільненням її синовіальної оболонки, при цьому відмічається збільшення передньо-заднього розміру АС у 89,5 % випадків, але не зафіксовано збільшення задньо-верхніх відділів п'яткової кістки. Візуально у 18 з 19 випадків (94,7 %) не проявлялось будь-якої значимої деформації. Даному типу характерний поступовий зріст больового синдрому.

Синдром Хаглунда - варіант, що характеризується патологічними змінами всіх трьох структур - зап'яткової бурси (бурсит), ахіллового сухожилля (тендінопатія) і п'яткової кістки (наявність деформації Хаглунда- значення індексу Y. Tourné менше 2,5). Серед 93 випадків захворювання даний тип діагностовано у 49 випадках, що дорівнює 52,7 %.

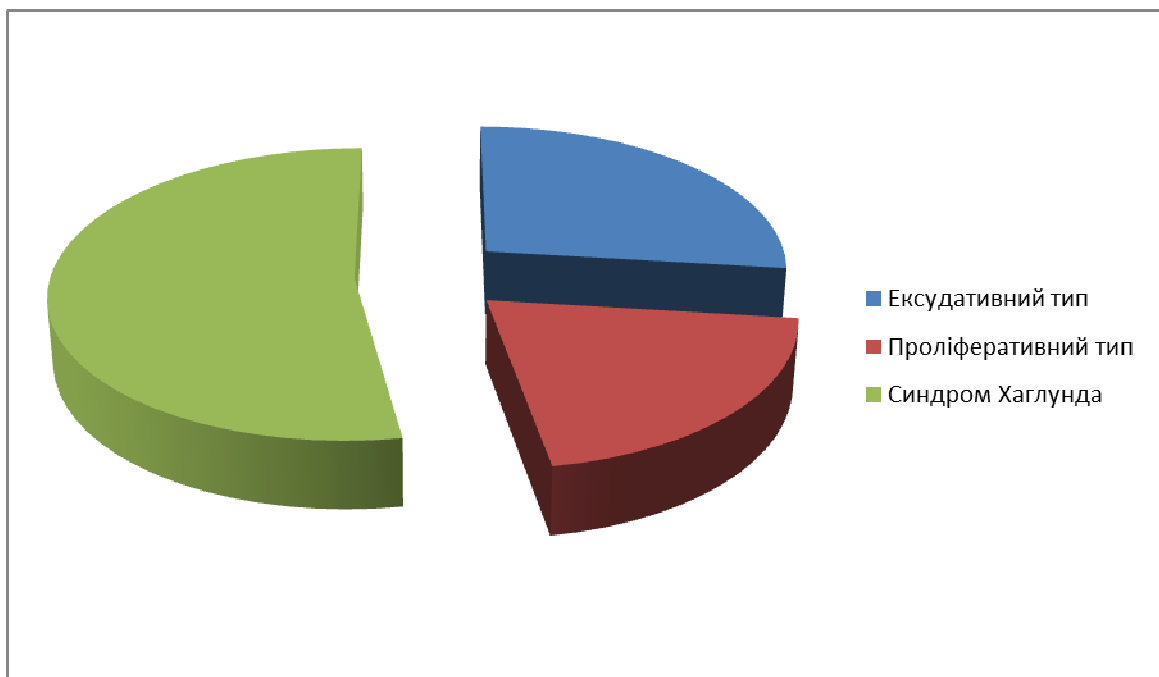


Рис. 3.3.1. Розподіл випадків ахіллобурситу по клініко-морфологічним типам.

Нами також був досліджений зв'язок між типом ахіллобурситу і тривалістю захворювання (рис. 3.3.2). Так середня тривалість захворювання при ексудативному типі склала  $35 \pm 12$  днів, при проліферативному типі –  $52 \pm 21$  днів та при синдромі Хаглунда –  $87 \pm 36$  днів.

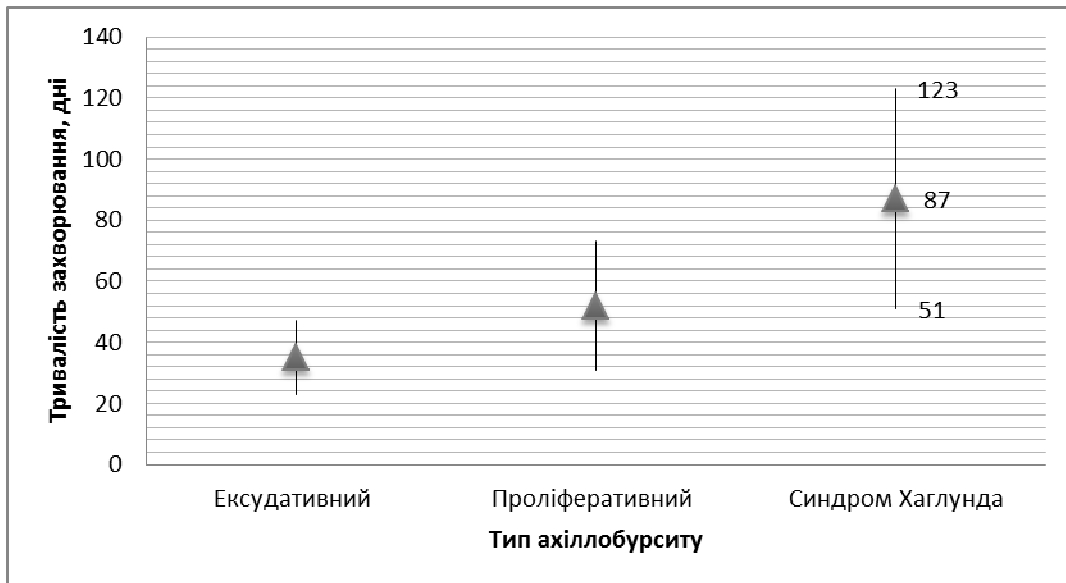


Рис. 3.3.2. Середня тривалість захворювання при різних типах ахіллобурситу.

Підсумовуючи, можна прийти до висновків про "яскраву" клінічну картину ексудативного типу ахіллобурситу з гострим початком. На відміну від першого, проліферативний тип бурситу характеризується більш поступовим початком, що збільшує час до звернення і початку лікування. Це в свою чергу призводить до розвитку вторинних дегенеративних змін в АС.

Цей поділ пацієнтів на типи дозволяє більш широко поглянути на клініко-морфологічну характеристику ахіллобурситу. Виділення окремих варіантів дозволяє диференційовано підходити до вибору тактики лікування.

За даними авторів показами до хірургічного лікування ахіллобурситу вважається неефективність передуючого консервативного лікування [3, 38, 72, 97], наявність рентгенологічного збільшення задньо-верхніх відділів п'яткової кістки [76, 80] та первинні скарги естетичного характеру [88, 97]. В додаток до вище перелічених показів ми вважаємо, що одним із важливих клінічних показів до хірургічного лікування є збільшення АС, як ознака наявності вторинних змін сухожилка – інсерційної тендінопатії. Нехтування цим діагностичним

критерієм на нашу думку є неприпустимим з огляду на єдність структур заднього відділу стопи. В нашому біомеханічному дослідженні ми визначили взаємозв'язок між п'ятковою кісткою, глибокою синовіальною бурсою та АС.

Комбінуючи клінічну класифікацію, яка сформувалася в процесі діагностичного пошуку, і морфологічну класифікацію, нами розроблена алгоритм діагностики та лікування ахілобурситу (табл. 3.3.1).

*Таблиця 3.3.1*

**Алгоритм діагностики та лікування ахілобурситу**

Тип бурситу	Збільшена зап'яткова bursa	Потовщення, ущільнення синовіальної оболонки зап'яткової бурси	Індекс Y. Toupe менше 2,5	Потовщення АС	Тактика лікування
Ексудативний	+	-	-	-	консервативне
Проліферативний	+/-	+	-	-	
				+	Бурсектомія + резекція п'яткової кістки
Синдром Хаглунда	+/-	+/-	+	+/-	

Так всі діагностичні критерії ахілобурситу ми розділили на пріоритетні та другорядні. До пріоритетних критеріїв належить позитивний тест здавлювання глибокої синовіальної бурси, наявність набряку (згладженості контурів) з обох сторін від АС в проекції зап'яткового рецессусу та біль в даній локалізації. До другорядних критеріїв належить обмеження дорсіфлексії стопи, гіперемія та деформація контурів п'яткового горба.



Серед додаткових методів дослідження ми проводили сонографію або МРТ-дослідження та рентгенографію. Ключовими критеріями (з високими показниками діагностичної цінності) на нашу думку є збільшення зап'яткової бурси за рахунок ексудату, ущільнення оболонок зап'якової бурси, потовщення АС на рівні задньо-верхніх відділів п'яткової кістки та значення індексу *Y. Tourné* менше 2,5.

Показами до хірургічного лікування ми вважали наявність збільшення задньо-верхніх відділів п'яткової кістки (за індексом *Y. Tourné*) та потовщення АС на заданному рівні. Тому при наявності двох або одного з вище перелічених інструментальних критеріїв діагностики пацієнту проводили оперативне втручання в обсязі бурсектомії та крайової резекції п'яткової кістки.

## **РОЗДІЛ 4. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ СТРУКТУР ЗАДНЬОГО ВІДДІЛУ СТОПИ У РІЗНИХ БІОМЕХАНІЧНИХ УМОВАХ**

### **4.1. Результати дослідження напружено-деформованого стану структур заднього відділу стопи при ахіллобурситі в акті ходи та стоянні**

Зап'яtkова bursa має дуже важливе біомеханічне значення. Як було зазначено вище, у положенні стопи в дорсіфлексії bursa забезпечує рівномірний розподіл навантаження АС та зменшення локального тиску на всю задню поверхню п'яtkової кістки, тим самим знижуючи навантаження на місце прикріплення сухожилля.

Ми вважаємо, що дослідження біомеханічних взаємозв'язків між структурами заднього відділу стопи в нормі і при захворюванні дозволяє не тільки ширше поглянути на фізіологію патологічного процесу, а й визначити ключові фактори патогенезу, впливаючи на які можна підвищити ефективність лікування пацієнтів.

Сучасні технології комп'ютерного моделювання дозволяють з великою точністю прорахувати різні необхідні показники не вдаючись до тривалого і витратного, а часом і утрудненого, експерименту.

Метою даного етапу дослідження було визначення максимальних значень показників напружено-деформованого стану структур заднього відділу стопи в акті ходи та стоянні при ізольованому бурситі та синдромі Хаглунда в порівнянні з інтактною стопою.

На початковому етапі, для усіх подальших біомеханічних розрахунків, засобами програмного пакета «SolidWorks» створено імітаційну 3-D модель стопи. Модель у нейтральному положенні надп'яtkово-гомілкового суглоба представлено на рисунку 4.1.1.

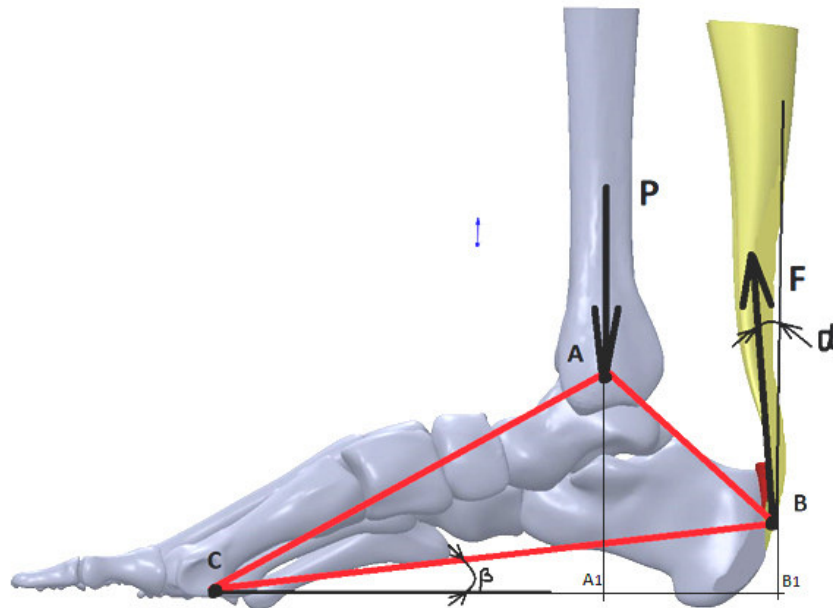


Рис. 4.1.1. Розрахункова 3D модель у нейтральному положенні надп'яtkово-гомiлкового суглоба.

Для визначення сили натягу iкроножного м'яза та ахіллового сухожилля при стоянні та в акті ходи створено розрахункову схему (Рис.4.1.1). Введено припущення, що величина  $CB_1$  не змінюється при ротації стопи навколо  $C$ , тоді з умови рівноваги:

$$\sum M_c = 0: F \cdot \sin \alpha \cdot CB_1 - P \cdot CA_1 = 0;$$

де  $\alpha$  – кут нахилу ахіллового сухожилля відносно вертикальної осі;

$P$  – вага людини 750 Н (75 кг);

$F$  – сила натягу ахіллового сухожилля.

$$F = \frac{P \cdot CA_1}{\sin \alpha \cdot CB_1} = 458 \text{ Н};$$

сила натягу iкроножного м'яза для утримання вертикального положення тіла при стоянні.

Для визначення сили натягу ахіллового сухожилля при ходьбі розглянемо 2 положення – передній поштовх, при наступанні на п'ятку передньої ноги (пiдошовна флексія  $-10^\circ$ ) та задній поштовх, при відриві п'ятки задньої ноги під

час відштовхування від площі опори (тильна флексія  $+10^\circ$ ). Для досягнення підошовної флексії  $-10^\circ$  центр маси тіла зміщується назад на відстань АВ, як показано на рисунку 4.1.2. Тому для розрахунків натягу ахіллового сухожилля потрібно враховувати цю відстань.

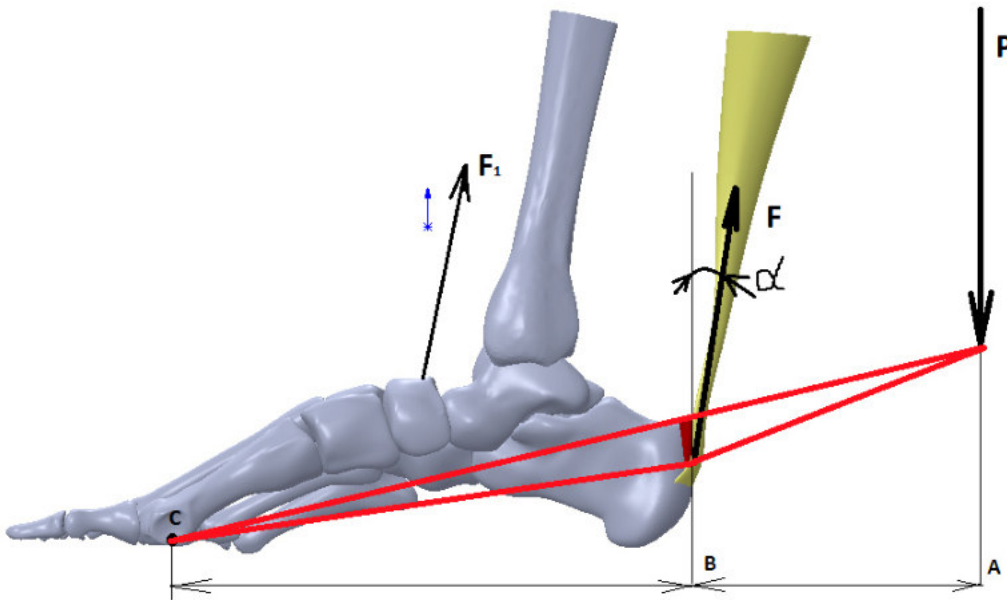


Рис. 4.1.2. Розрахункова 3D модель у положенні підошовної флексії  $-10^\circ$  надп'ятково-гомількового суглоба.

$$\sum M_c = 0: F \cdot \sin \alpha \cdot CB - P \cdot CA = 0;$$

де  $\alpha$  – кут нахилу ахіллового сухожилля відносно вертикальної осі;

$P$  – вага людини 750 Н (75 кг);

$F$  – сила натягу ахіллового сухожилля.

$$F = \frac{P \cdot CA}{\sin \alpha \cdot CB} = 459 \text{ Н};$$

сила, що необхідна для утримання вертикального положення тіла при наступанні на п'ятку передньої ноги (підошовна флексія  $-10^\circ$ ), але цю силу потрібно розкласти на дві складові: натяг ахіллового сухожилка 65% (277 Н) та стабілізуюча сила передньої групи м'язів 35 % (182 Н).

Для досягнення тильної флексії  $+10^\circ$  центр маси тіла зміщується вперед на відстань  $AC$ , як показано на рисунку 4.1.3. Тому для розрахунків натягу ахіллового сухожилля потрібно враховувати цю відстань.

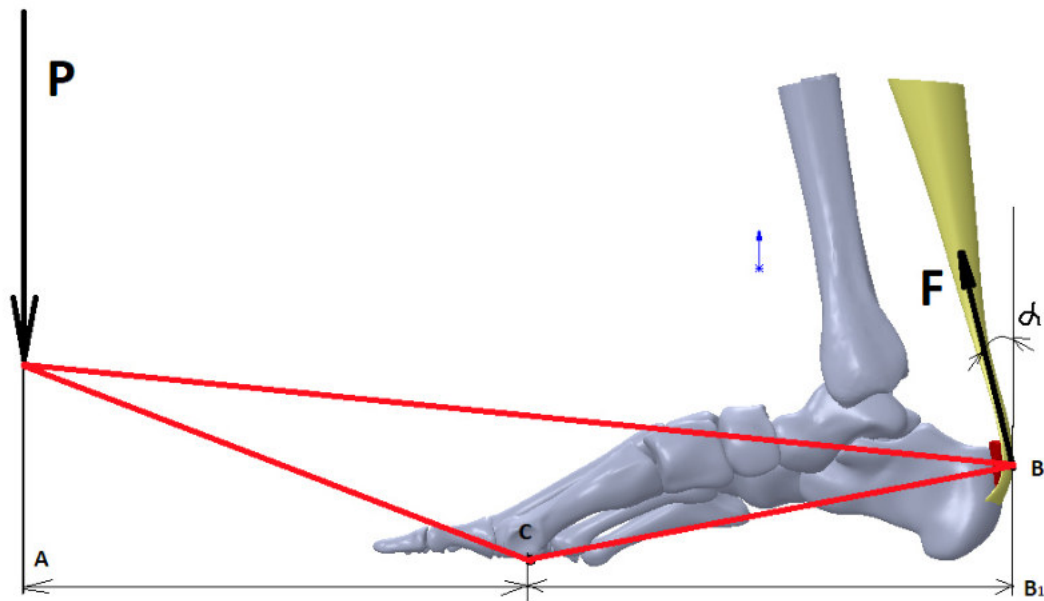


Рис. 4.1.3. Розрахункова 3D модель у положенні тильної флексії  $+10^\circ$  надп'ятково-гомількового суглоба.

$$\sum M_c = 0: F \cdot \sin \alpha \cdot CB_1 - P \cdot CA = 0;$$

де  $\alpha$  – кут нахилу ахіллового сухожилля відносно вертикальної осі;

$P$  – вага людини 750 Н (75 кг);

$F$  – сила натягу ахіллового сухожилля.

$$F = \frac{P \cdot CA}{\sin \alpha \cdot CB_1} = 1028 \text{ Н};$$

сила, що необхідна для утримання вертикального положення тіла при відштовхуванні задньої ноги від площі опори (тильна флексія  $+10^\circ$ ).

Враховуючи все вище вказане, для визначення НДС будемо використовувати наступні значення навантажень на  $AC$ :

- для утримання тіла в положенні стоячи  $AC$  розвиває зусилля в 458 Н;

- для утримання стопи при наступанні на площу опори (передній поштовх) АС розвиває зусилля 277 Н (65% від сили стояння) і 182 Н (35%) розвиває передня група м'язів гомілки в якості стабілізаторів;
- для відриву стопи від площі опори (задній поштовх) і підйому її на кут  $10^\circ$  АС розвиває зусилля в 1028 Н.

Подальші розрахунки здійснювали методом СЕ, який дозволяє дослідити еволюцію процесу деформування елементів імітаційної моделі, а саме – кісткової тканини, бурси та АС, з великими геометричними і фізично нелінійними властивостями матеріалів і змінними в часі зовнішніми впливами. Для проведення розрахунків НДС методом СЕ імітаційні моделі було імпортовано у програму «ANSYS». У розрахунках застосовували фізичні властивості біологічних тканин, які отримані з літературних джерел [81].

У подальшому розглянуто 3 моделі для кожного варіанту дослідження - інтактна модель, модель з зап'ятковим бурситом та модель із синдромом Хаглунда для трьох положень у надп'яtkово-гомілковому суглобі (Рис. 4.1.4).

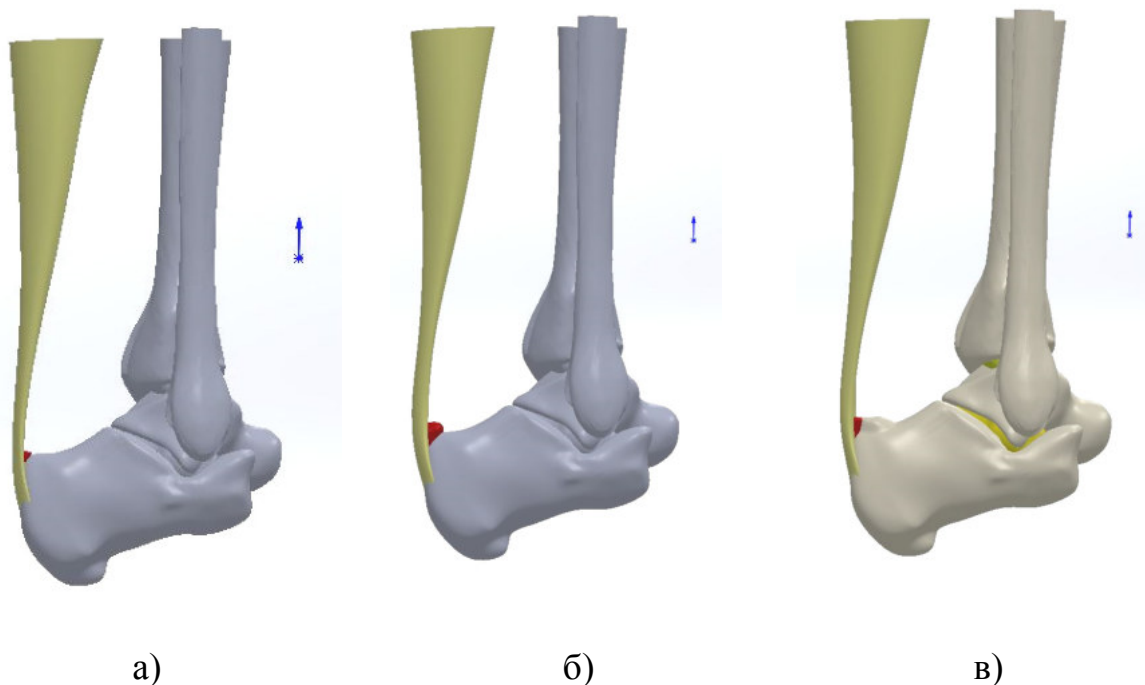


Рис. 4.1.4. Імітаційні 3D моделі: інтактна модель (а), модель з зап'ятковим бурситом (б) та модель із синдромом Хаглунда (в).

У напівавтоматичному режимі згенеровано СЕ моделі, які налічували в середньому 332 906 вузлів та 191 538 елементів (Рис. 4.1.5). Для збільшення точності розрахунків СЕ сітка ущільнена в ділянках контакту елементів бурси та сухожилля. СЕ сітка представлена переважно тетраедричними елементами (Tetrahedrons), розмір яких на основній моделі не перевищує 1 мм, у місцях згущення 0,1 – 0,5 мм.

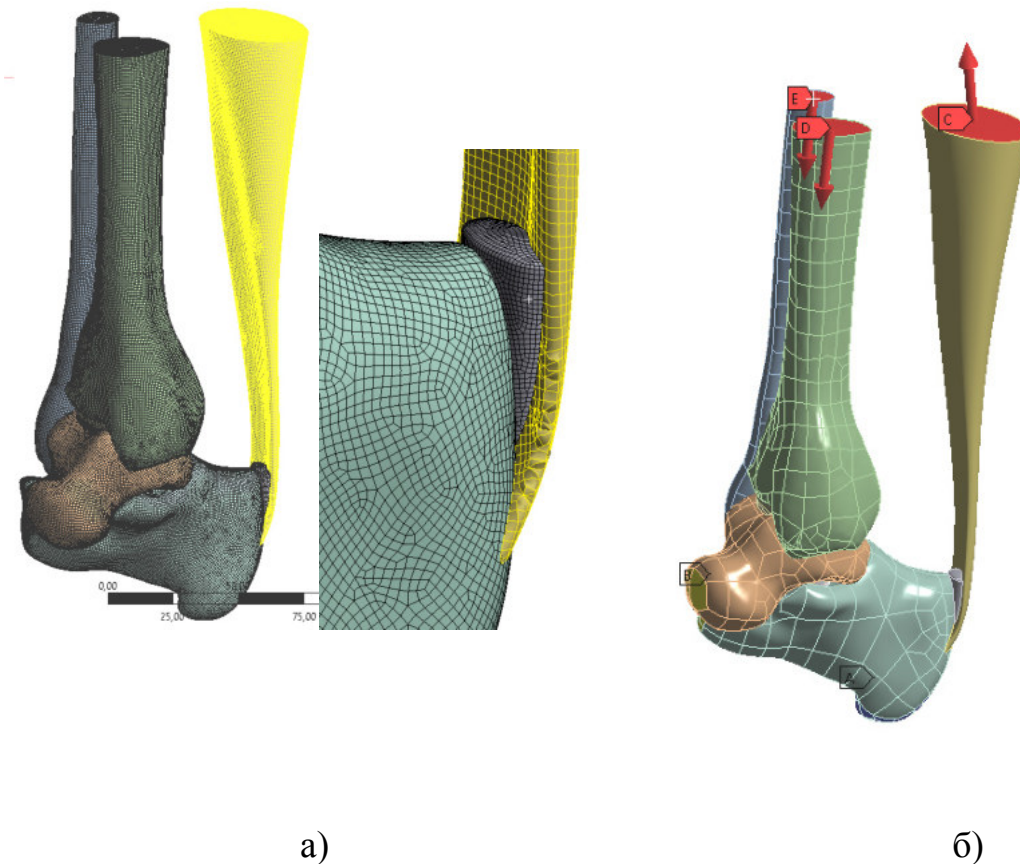


Рис. 4.1.5. Скінченноелементна сітка (а) та граничні умови (б), де А – це жорстка фіксація нижньої плантарної ділянки п'яткової кістки, В – обмеження переміщень по осях з можливістю обертання (для імітування цілісної стопи), С – сила натягу АС, D і E – вага людини прикладена до великогомілкової кістки (90%) та малогомілкової кістки (10%).

Ключовими показниками для порівняльного аналізу обрані дані, отримані шляхом розрахунків значення інтенсивності напружень та деформацій (за Мізисом), а також загальні переміщення (Total Deformations), які визначали на усіх елементах моделі.

Результати розрахунків НДС моделей у нейтральному положенні надп'яtkово-гомiлкового суглоба для кожного варiанту дослiдження - iнтактна модель, модель з зап'яtkовим бурситом та модель iз синдромом Хаглунда представленi на рис. 4.1.6, рис. 4.1.7, рис. 4.1.8 та у таблицi 4.1.1.

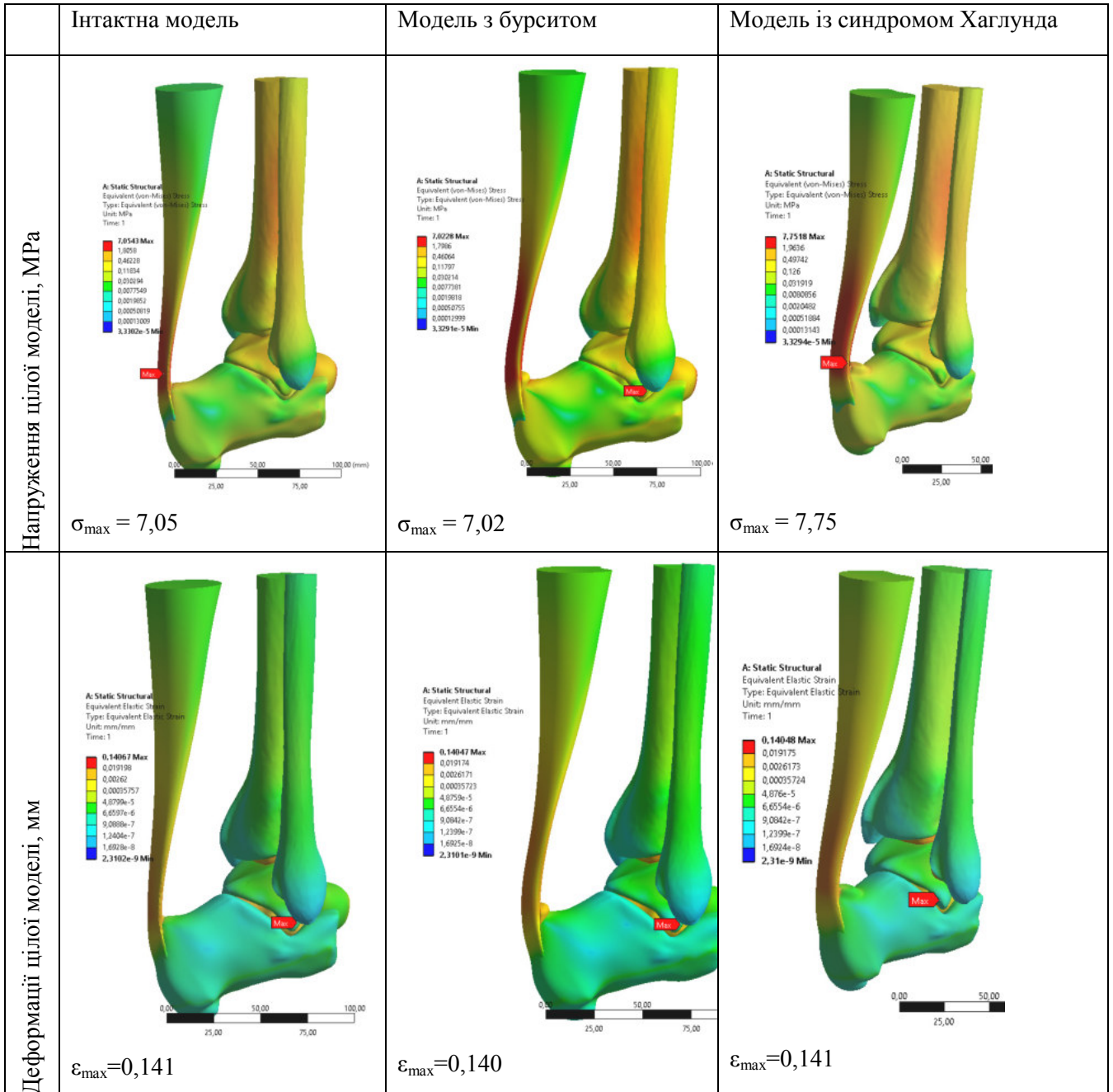


Рис. 4.1.6. НДС моделей у нейтральному положенні надп'яtkово-гомiлкового суглоба для кожного варiанту дослiдження - iнтактна модель, модель з зап'яtkовим бурситом та модель iз синдромом Хаглунда.



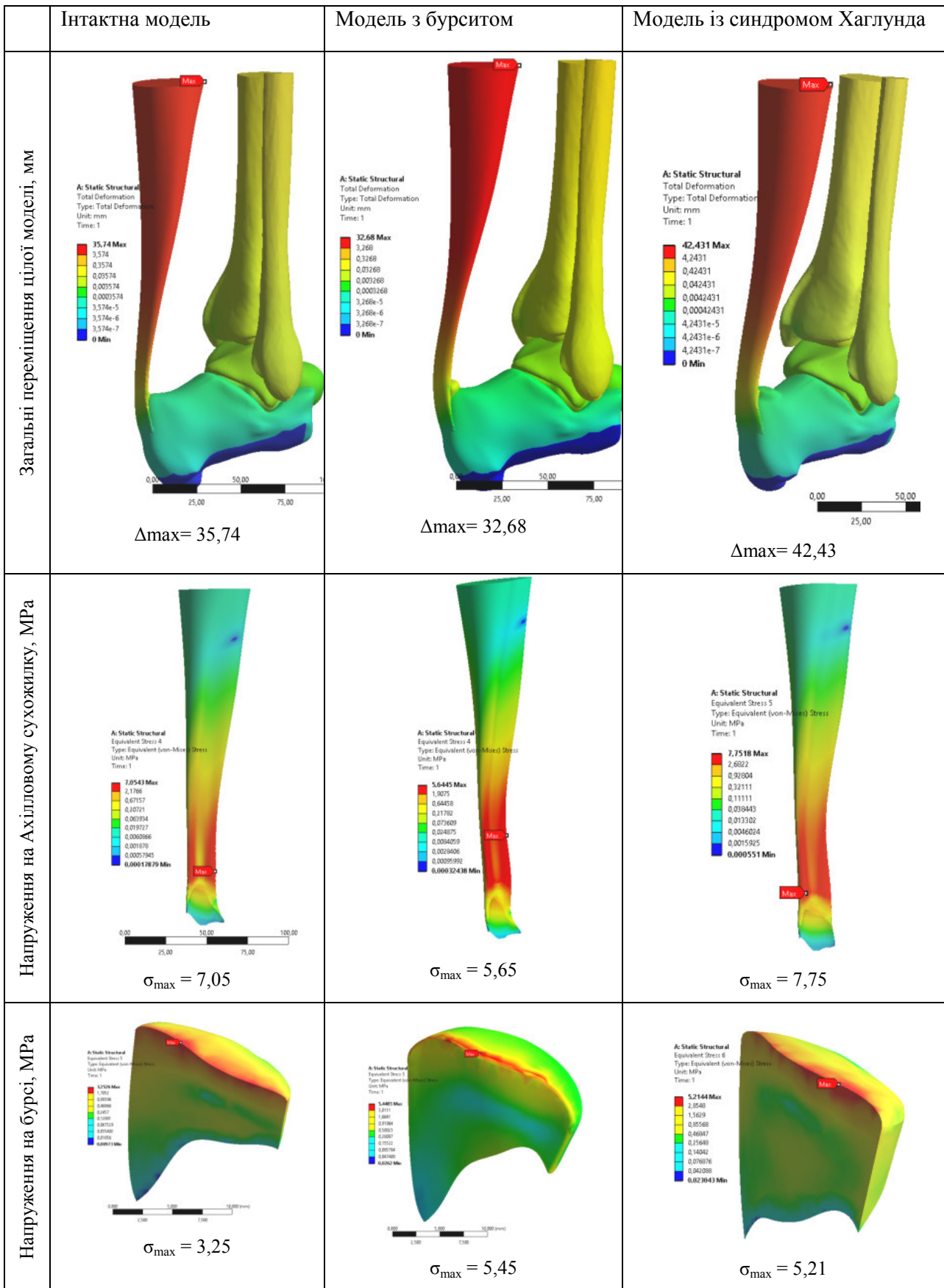


Рис. 4.1.7. НДС моделей у нейтральному положенні надп'яtkово-гомiлкового суглоба для кожного варіанту дослідження - інтактна модель, модель з зап'яtkовим бурситом та модель із синдромом Хаглунда.

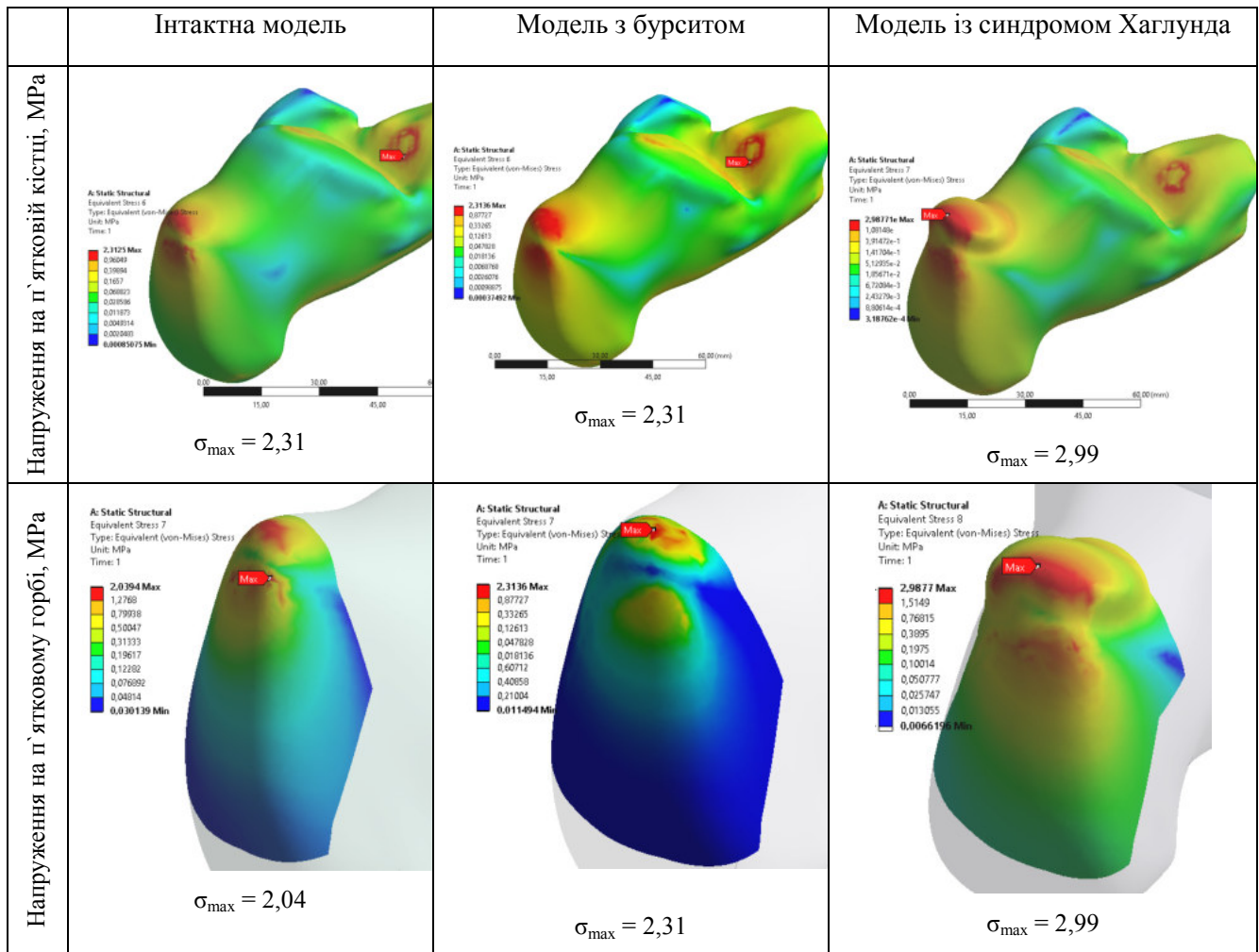


Рис. 4.1.8. НДС моделей у нейтральному положенні надп'ятково-гомілкового суглоба для кожного варіанту дослідження.

Таблиця 4.1.1

**Зведена таблиця результатів розрахунків НДС для моделей у нейтральному положенні надп'ятково-гомілкового суглоба**

	Інтактна модель	модель з бурситом	З синдромом Хаглунда
Напруження модель, МПа	7,05	7,02	7,75
Деформації модель, мм	0,141	0,14	0,141
Переміщення модель, мм	35,74	32,68	42,43
Ахіллове сухожилля, МПа	7,05	5,64	7,75
Зап'ятова bursa, МПа	3,25	5,45	5,21
П'ятова кістка, МПа	2,31	2,31	2,99
П'ятковий горб, МПа	2,04	2,31	2,99

В ході дослідження визначено, що показники загального напруження цілої моделі у випадку інтактної моделі та моделі із зап'ятковим бурситом практично не відрізнялись – 7,05МПа і 7,02МПа відповідно. Проте ці показники у моделі з синдромом Хаглунда були вищими на 10,0% і становили 7,75МПа. Показники загальної деформації моделі не відрізнялись у всіх досліджуваних моделях і становили 0,14 мм. Максимальні значення загального переміщення очіковано реєструвалися на литковому м'язі і в інтактній моделі дорівнювали 35,74 мм, в моделі з бурситом – 32,68 мм, в моделі із синдромом Хаглунда – 42,43 мм. Відносно інтактної моделі це значення у моделі з бурситом було менше на 8,5% та більше на 18,7% у моделі з синдромом Хаглунда. Отже при синдромі Хаглунда для фіксації тіла в положенні стоячи литковому м'язу доводиться більше скорочуватись. Ми вважаємо, що це є одним із факторів, що веде до перенавантаження системи «АС-литковий м'яз».

Також ми відстежували та реєстрували показники максимальних напружень на окремих структурах заднього відділу стопи, таких як ахіллове сухожилля, зап'яткова bursa та п'ятковий горб.

Максимальне значення напруження АС було визначено у моделі із синдромом Хаглунда - 7,75МПа, що на 10,0% більше ніж у інтактній моделі, де цей показник дорівнював 7,05МПа. Слід зазначити, що у інтактній моделі та моделі із синдромом Хаглунда максимальні напруження всієї моделі були зареєстровані на АС, тоді як напруження на АС у моделі із зап'ятковим бурситом було на 20,0% менше (5,64МПа), ніж в інтактній моделі. Ми вважаємо, що це пояснюється амортизаційними властивостями збільшеної зап'яткової бурси, яка ефективно знижує напруження на АС та розподіляє його рівномірно по поверхні п'яткової кістки. Одночасно відзначається розширення осередку контакту бурси та самого сухожилля, що на нашу думку також має значення в розвитку вторинних змін останнього.

Досліджуючи значення напружень на зап'ятковій бурсі, ми отримали очікувані результати. Так, напруження були вищими на 67,7% у моделі з бурситом (5,45МПа) та на 60,3% (5,21МПа) у моделі із синдромом Хаглунда в

порівнянні з інтактною моделлю (3,25MPa). Цей факт дає всі підстави вважати, що саме збільшення зап'яткової бурси є провідним патогенетичним фактором ахіллобурситу.

Значення напруження на п'ятковій кістці були більшими в моделі із синдромом Хаглунда на 29,4% і дорівнювали 2,99 MPa, проти 2,31MPa у моделі із бурситом та інтактній моделі. Слід зазначити, що на відміну від інтактної моделі максимальні напруження на п'ятковій кістці в патологічних моделях були зосереджені саме на п'ятковому горбі. Значення напружень на п'ятковому горбі у моделі із зап'ятковим бурситом на 13,2 % більші, а у моделі з синдромом Хаглунда на 46,5 % більші, ніж в інтактній моделі. На нашу думку це вказує на єдність системи «АС-п'ятковий горб» та неможливість перебігу патологічного процесу в зап'ятковій бурсі без відсутності пристосувальних змін в оточуючих структурах.

Підсумовуючи всі вищенаведені результати, можна стверджувати, що в порівнянні з інтактною моделлю, моделі із зап'ятковим бурситом та синдромом Хаглунда характеризуються вищими значеннями НДС, що пояснює розвиток вторинних змін АС та п'яткової кістки у хворих з ахіллобурситом.

Порівняльний аналіз результатів розрахунків НДС для моделей у нейтральному положенні надп'яtkово-гомiлkового суглоба для кожного варіанту дослідження представлено на діаграмі (Рис. 4.1.9).

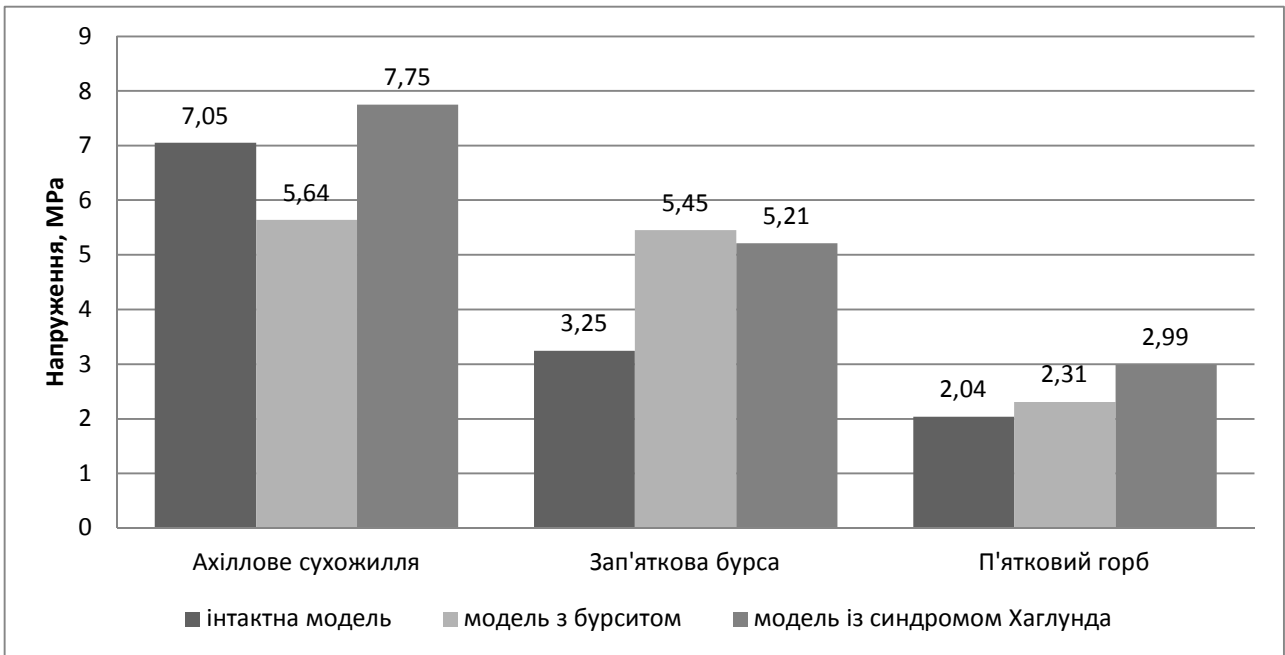


Рис. 4.1.9. Порівняльний аналіз результатів розрахунків НДС для моделей у нейтральному положенні надп'яtkово-гомiлкового суглоба для кожного варіанту дослідження.

Результати розрахунків напружено-деформованого стану (НДС) моделей у положенні тильної флексії стопи  $+10^\circ$  (задній поштовх), при відриві п'ятки задньої ноги під час відштовхування від площі опори для кожного варіанту дослідження - інтактна модель, модель із зап'ятковим бурситом та модель із синдромом Хаглунда представлені на рис. 4.1.10, рис. 4.1.11, рис. 4.1.12 та у таблиці 4.1.4.

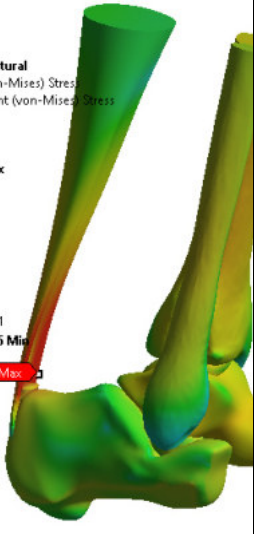
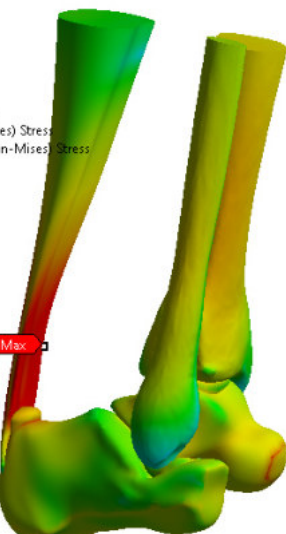
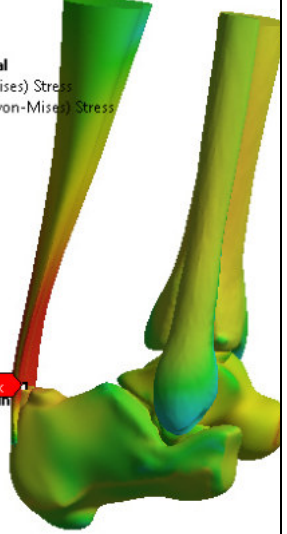
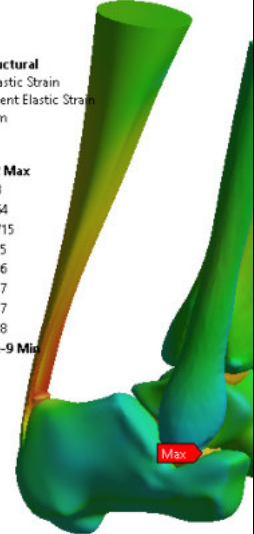
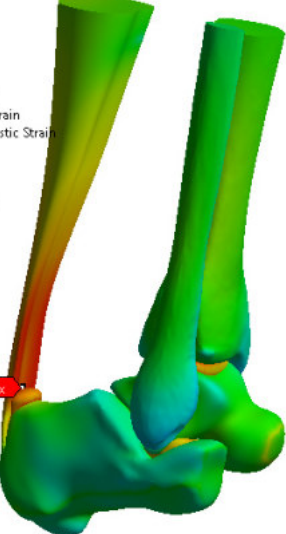
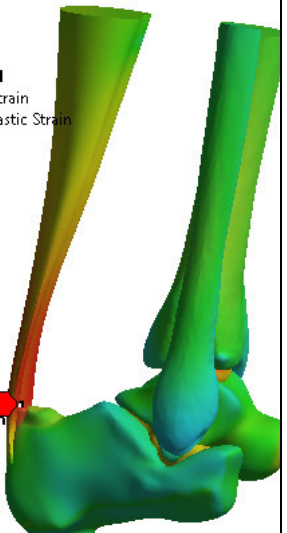
	Інтактна модель	Модель з бурситом	Модель із синдромом Хаглунда
Напруження цілої моделі, МПа	 <p><b>A: Static Structural</b> Equivalent (von-Mises) Stress Type: Equivalent (von-Mises) Stress Unit: MPa Time: 1</p> <p><b>15,82 Max</b> 3,7022 0,86639 0,20275 0,047448 0,011104 0,0025985 0,0006081 0,00014231 <b>3,3303e-5 Min</b></p>	 <p><b>A: Static Structural</b> Equivalent (von-Mises) Stress Type: Equivalent (von-Mises) Stress Unit: MPa Time: 1</p> <p><b>17,431 Max</b> 4,0353 0,9342 0,21627 0,050067 0,011591 0,0026833 0,00062119 0,00014381 <b>3,3292e-5 Min</b></p>	 <p><b>A: Static Structural</b> Equivalent (von-Mises) Stress Type: Equivalent (von-Mises) Stress Unit: MPa Time: 1</p> <p><b>26,671 Max</b> 5,8893 1,3005 0,28717 0,063412 0,014003 0,003092 0,00068278 0,0001507 <b>3,3293e-5 Min</b></p>
	$\sigma_{\max} = 15,82 \text{ МПа}$	$\sigma_{\max} = 17,43 \text{ МПа}$	$\sigma_{\max} = 26,67 \text{ МПа}$
Деформації цілої моделі, мм	 <p><b>A: Static Structural</b> Equivalent Elastic Strain Type: Equivalent Elastic Strain Unit: mm/mm Time: 1</p> <p><b>0,14042 Max</b> 0,019168 0,0026164 0,0005715 4,8751e-5 6,6545e-6 9,0835e-7 1,2399e-7 1,6925e-8 <b>2,3102e-9 Min</b></p>	 <p><b>A: Static Structural</b> Equivalent Elastic Strain Type: Equivalent Elastic Strain Unit: mm/mm Time: 1</p> <p><b>0,15451 Max</b> 0,020867 0,0028183 0,00030063 5,1407e-5 6,9429e-6 9,3769e-7 1,2664e-7 1,7104e-8 <b>2,31e-9 Min</b></p>	 <p><b>A: Static Structural</b> Equivalent Elastic Strain Type: Equivalent Elastic Strain Unit: mm/mm Time: 1</p> <p><b>0,14737 Max</b> 0,020008 0,0027165 0,00036881 5,0073e-5 6,7983e-6 9,23e-7 1,2531e-7 1,7014e-8 <b>2,3099e-9 Min</b></p>
	$\epsilon_{\max} = 0,140 \text{ мм}$	$\epsilon_{\max} = 0,154 \text{ мм}$	$\epsilon_{\max} = 0,147 \text{ мм}$

Рис. 4.1.10. НДС моделей у положенні тильної флексії надп'яtkово-гомiлkового суглоба для кожного варіанту дослідження - інтактна модель, модель з зап'яtkовим бурситом та модель із синдромом Хаглунда.

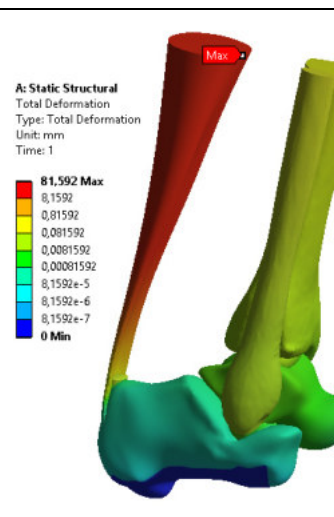
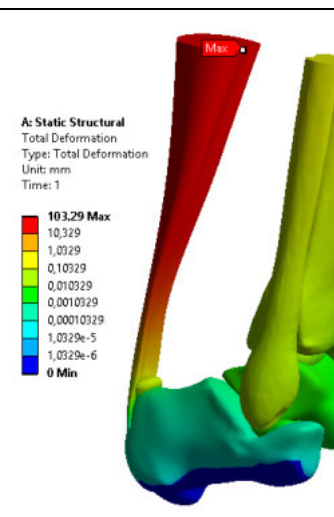
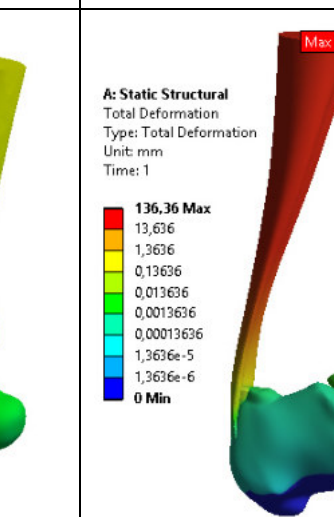
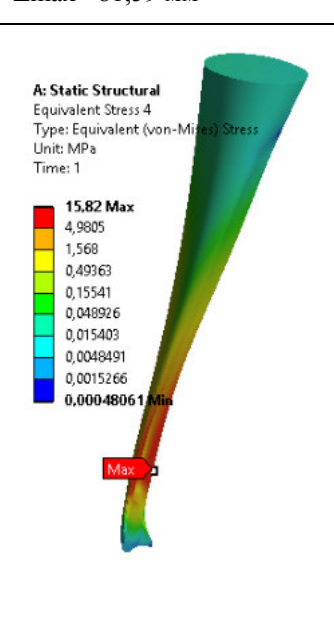
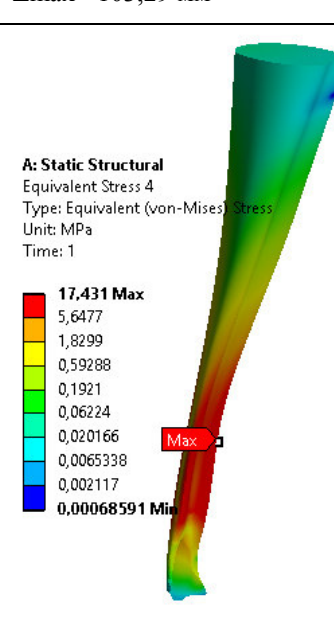
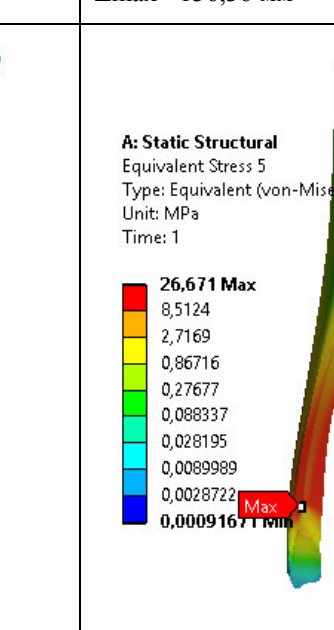
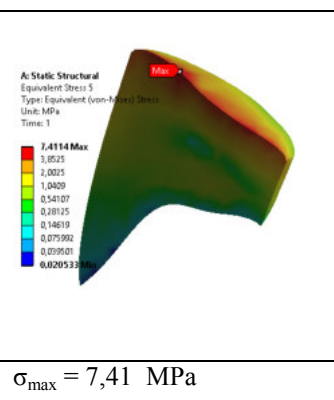
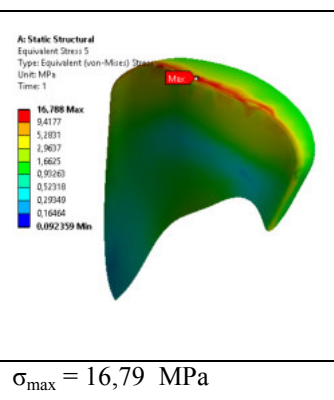
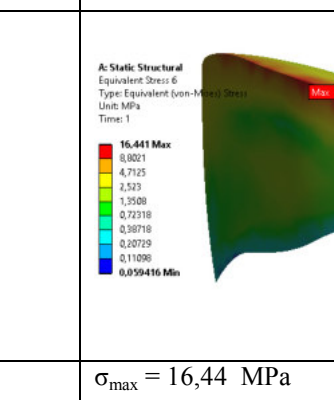
	Інтактна модель	Модель з бурситом	Модель з синдромом Хаглунда
Загальні переміщення цілої моделі, мм	 <p>A: Static Structural Total Deformation Type: Total Deformation Unit: mm Time: 1</p> <p>81,592 Max 8,1592 0,81592 0,081592 0,0081592 8,1592e-5 8,1592e-6 8,1592e-7 0 Min</p>	 <p>A: Static Structural Total Deformation Type: Total Deformation Unit: mm Time: 1</p> <p>103,29 Max 10,329 1,0329 0,10329 0,010329 0,0010329 1,0329e-5 1,0329e-6 0 Min</p>	 <p>A: Static Structural Total Deformation Type: Total Deformation Unit: mm Time: 1</p> <p>136,36 Max 13,636 1,3636 0,13636 0,013636 0,0013636 1,3636e-5 1,3636e-6 0 Min</p>
	$\Delta_{\max} = 81,59$ мм	$\Delta_{\max} = 103,29$ мм	$\Delta_{\max} = 136,36$ мм
Напруження на Ахілловому сухожилку, МПа	 <p>A: Static Structural Equivalent Stress 4 Type: Equivalent (von-Mises) Stress Unit: MPa Time: 1</p> <p>15,82 Max 4,9805 1,568 0,49363 0,15541 0,048926 0,015403 0,0048491 0,0015266 0,00048061 Min</p>	 <p>A: Static Structural Equivalent Stress 4 Type: Equivalent (von-Mises) Stress Unit: MPa Time: 1</p> <p>17,431 Max 5,6477 1,8299 0,59288 0,1921 0,06224 0,020166 0,0065338 0,002117 0,00068591 Min</p>	 <p>A: Static Structural Equivalent Stress 5 Type: Equivalent (von-Mises) Stress Unit: MPa Time: 1</p> <p>26,671 Max 8,5124 2,7169 0,86716 0,27677 0,088337 0,028195 0,0089989 0,0028722 0,00091671 Min</p>
	$\sigma_{\max} = 15,82$ МПа	$\sigma_{\max} = 17,43$ МПа	$\sigma_{\max} = 26,67$ МПа
Напруження на бурсі, МПа	 <p>A: Static Structural Equivalent Stress 5 Type: Equivalent (von-Mises) Stress Unit: MPa Time: 1</p> <p>7,4114 Max 3,8525 2,0025 1,0409 0,5407 0,28125 0,14819 0,075992 0,039501 0,0205338 Min</p>	 <p>A: Static Structural Equivalent Stress 5 Type: Equivalent (von-Mises) Stress Unit: MPa Time: 1</p> <p>16,788 Max 9,4177 5,2831 2,9637 1,6625 0,91263 0,52318 0,29349 0,16464 0,092359 Min</p>	 <p>A: Static Structural Equivalent Stress 6 Type: Equivalent (von-Mises) Stress Unit: MPa Time: 1</p> <p>16,441 Max 8,0021 4,7125 2,523 1,3508 0,72318 0,38718 0,20729 0,11098 0,059416 Min</p>
	$\sigma_{\max} = 7,41$ МПа	$\sigma_{\max} = 16,79$ МПа	$\sigma_{\max} = 16,44$ МПа

Рис. 4.1.11. НДС моделей у положенні тильної флексії надп'яtkово-гомiлkового суглоба для кожного варіанту дослідження - інтактна модель, модель з зап'яtkовим бурситом та модель із синдромом Хаглунда.

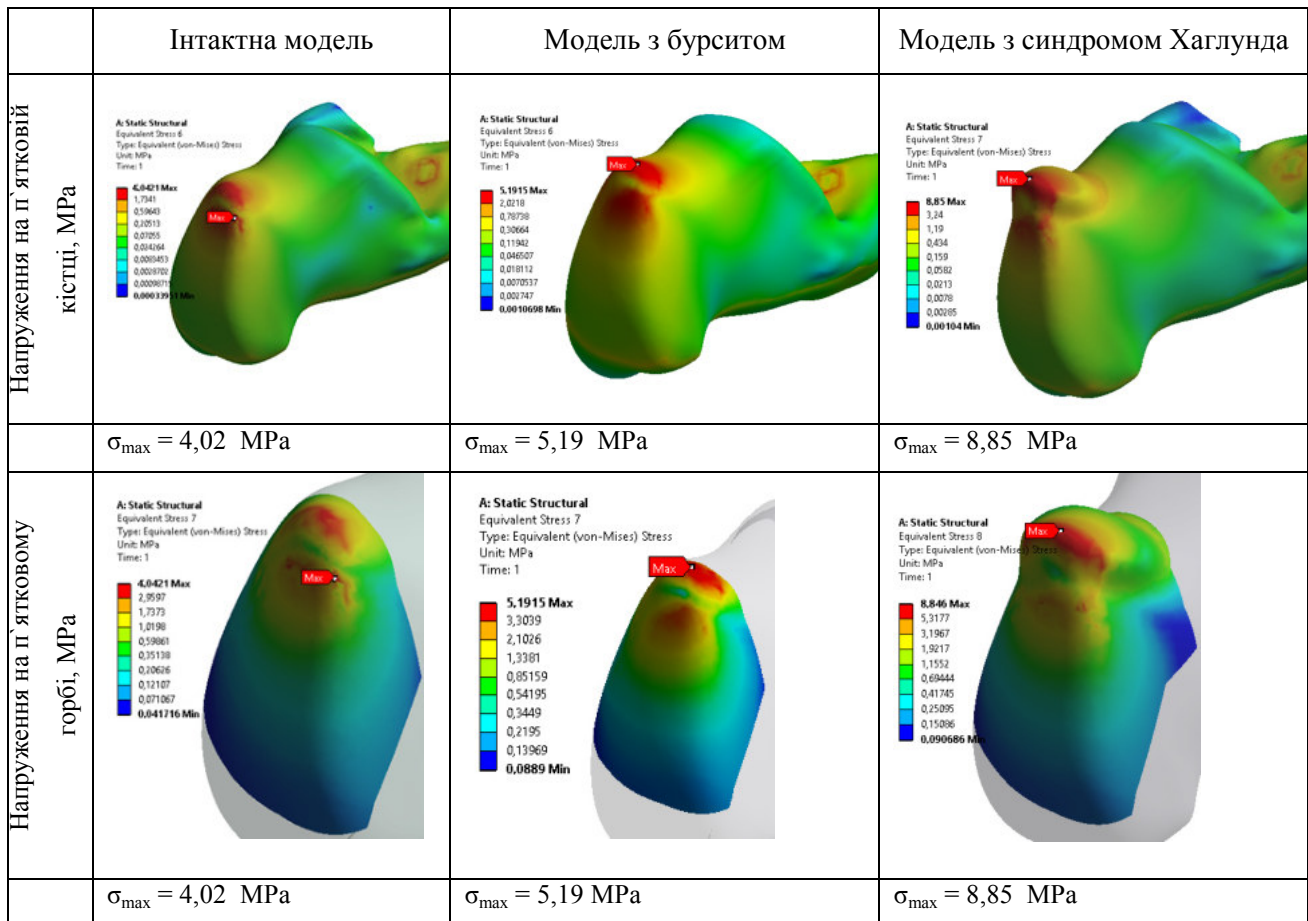


Рис. 4.1.12. НДС моделей у положенні тильної флексії надп'яtkово-гомiлкового суглоба для кожного варіанту дослідження.

Таблиця 4.1.2

**Зведена таблиця результатів розрахунків НДС для моделей у положенні тильної флексії надп'яtkово-гомiлкового суглоба**

	Інтактна модель	Модель з бурситом	Модель з синдромом Хаглунда
Напруження модель, МПа	15,82	17,43	26,67
Деформації модель, мм	0,14	0,155	0,147
Переміщення модель, мм	81,59	103,29	136,36
Ахіллове сухожилля, МПа	15,82	17,43	26,67
Зап'яtkова bursa, МПа	7,41	16,79	16,44
П'яtkова кістка, МПа	4,02	5,19	8,85
П'яtkовий горб, МПа	4,02	5,19	8,85



В положенні тильної флексії, як ми і очікували, реєструвалися максимальні значення показників НДС на всіх анатомічних структурах досліджуваних комп'ютерних моделей. Так найвищі значення напруження були зареєстровані на ахілловому сухожиллі. Напруження в інтактній моделі дорівнювало 15,82МПа, у моделі із зап'ятковим бурситом - 17,43МПа, а в моделі із синдромом Хаглунда – 26,67МПа, що в свою чергу відповідно більше на 10,1% і 68,6%, в порівнянні з інтактною моделлю. Ми вважаємо, що концентрація максимальних значень напруження саме на АС при ахіллобурситі і є тим етіопатогенетичним фактором розвитку супутніх вторинних захворювань сухожилля.

Показники загальних деформацій моделей значно не відрізнялись у всіх трьох досліджуваних моделей і становили 0,14 мм для інтактної моделі, 0,155 мм для моделі з бурситом та 0,147 мм – для моделі із синдромом Хаглунда.

В ході дослідження було визначено, що максимальні значення загальних переміщень реєструвалися на литковому м'язі і склали 81,59 мм для інтактної моделі, 103,29 мм для моделі з бурситом і 136,36 мм для моделі із синдромом Хаглунда, що було більше відповідно на 26,6% та 67,1% в порівнянні з інтактною моделлю. З цих результатів встановлено, що в патологічних моделях для підтримання тильної флексії стопи литковий м'яз повинен суттєво більше скорочуватись і несе додаткове навантаження, що також відіграє роль у розвитку вторинних змін.

Також в положенні тильної флексії, коли зменшується кут нахилу АС, було встановлено значне збільшення напруження на збільшеній зап'ятковій бурсі. Якщо в інтактній моделі значення напруження дорівнювали 7,41МПа, то в моделі із бурситом ці значення дорівнювали 16,79МПа (+126,6%), а в моделі із синдромом Хаглунда – 16,44МПа (+121,8%). На нашу думку, такі перенавантаження зумовлюють дегенеративні зміни синовіальної оболонки бурси – її потовщення і ущільнення, що в свою чергу буде впливати на оточуючі структури, такі як АС та задньо-верхні відділи п'яtkової кістки.

Найвищі значення напруження досліджувани на п'ятковій кістці були сконцетровані на її задньо-верхніх відділах. І якщо в моделі із бурситом напруження склало 5,19МПа і було більше на 29,1% ніж в інтактній моделі (4,02МПа), то в моделі із синдромом Хаглунда напруження було значно вищим - 8,85МПа, що на 120,1% більше ніж в інтактній моделі. Проте, окрім значного підвищення напруження в цих відділах, слід зауважити, що в інтактній моделі максимальне напруження локалізовано більше на задній поверхні п'яткової кістки, на передній поверхні зап'яткового рецессусу, тоді як в патологічних моделях максимальне напруження реєструвалось саме на верхній поверхні задніх відділів п'яткової кістки. Ми вважаємо, що при ахіллобурситі формування, так званої, «деформації Хаглунда» - збільшених задньо-верхніх відділів п'яткової кістки, можливе як пристосувальна реакція організму на локальне перенавантаження цієї анатомічної ділянки, збільшеною зап'ятковою бурсою. В нормі реактивні репаративні процеси протікають як адаптивні з нормальними фізіологічними реакціями. Проте, при патологічних змінах вони досягатимуть рівня пристосувальних процесів з порушенням структури.

Порівняльний аналіз результатів розрахунків НДС для моделей у положенні тильної флексії надп'яtkово-гомiлкового суглоба для кожного варіанту дослідження представлений на діаграмі (Рис.4.1.13).

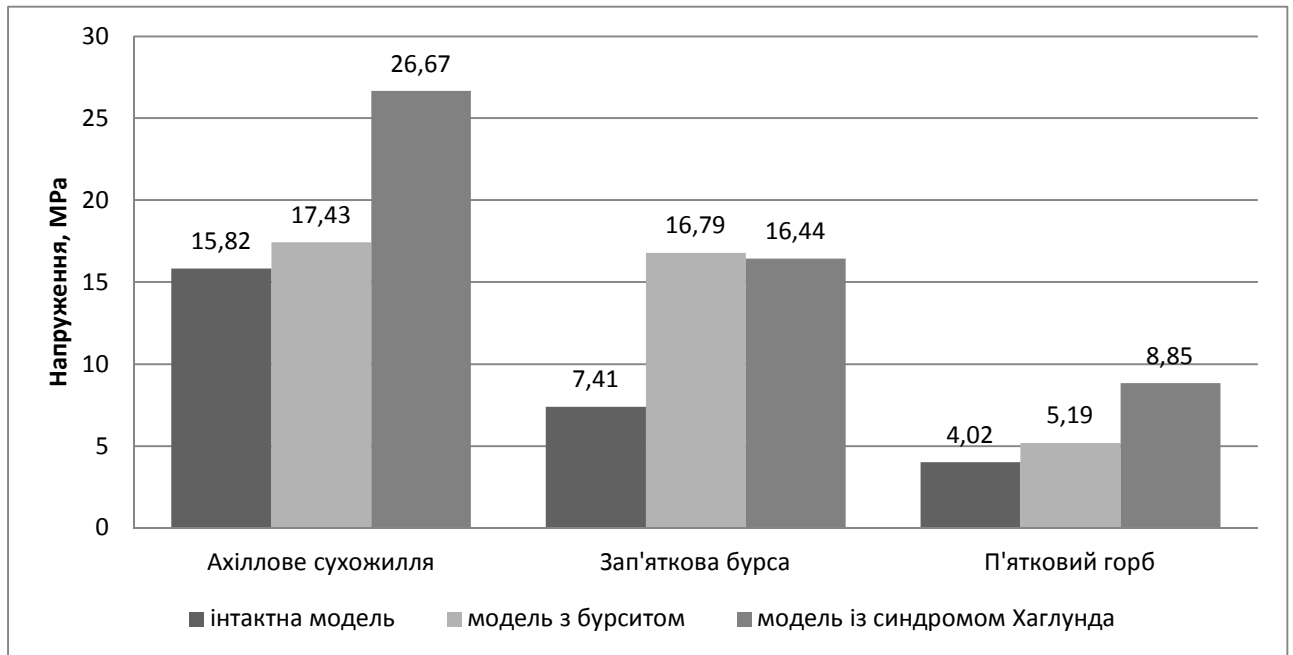


Рис. 4.1.13. Порівняльний аналіз результатів розрахунків НДС для моделей у положенні тильної флексії надп'яtkово-гомiлкового суглоба для кожного варіанту дослідження.

Результати розрахунків напружено-деформованого стану (НДС) моделей у положенні підшовної флексії стопи  $-10^{\circ}$  (передній поштовх), при наступанні на п'ятку передньої ноги для кожного варіанту дослідження - інтактна модель, модель з бурситом та модель із синдромом Хаглунда представлені на рис. 4.1.14, рис. 4.1.15, рис. 4.1.16 та у таблиці 4.1.3.

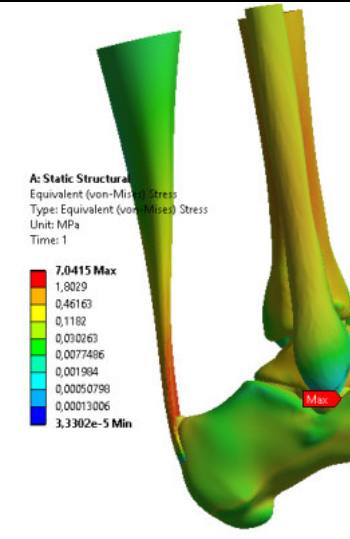
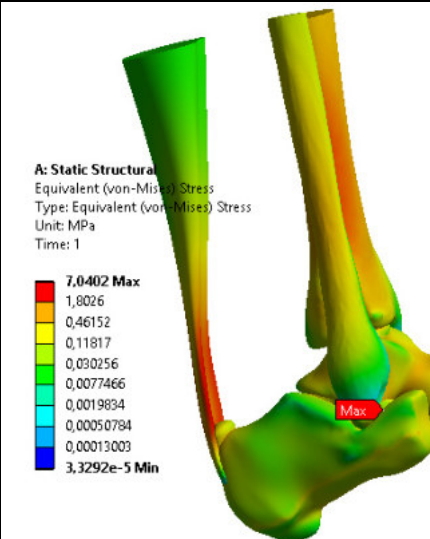
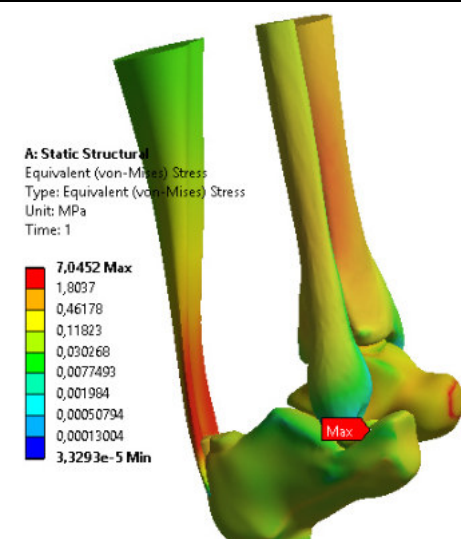
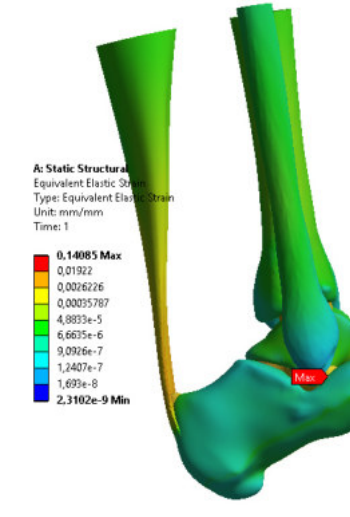
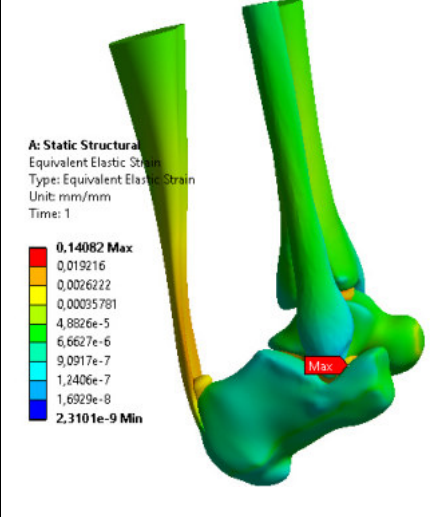
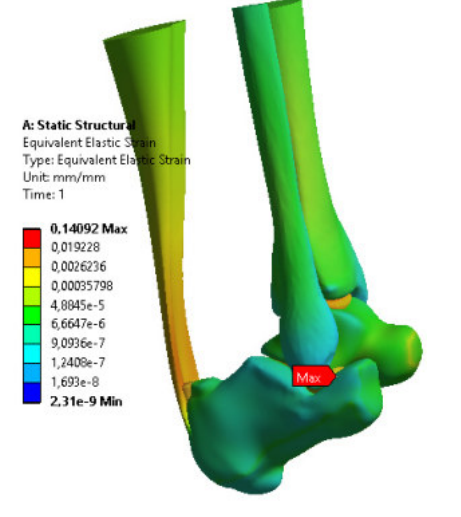
	Інтактна модель	Модель з бурситом	Модель з синдромом Хаглунда
Напруження цілої моделі, МПа	 <p>A: Static Structural Equivalent (von-Mises) Stress Type: Equivalent (von-Mises) Stress Unit: MPa Time: 1</p> <p>7,0415 Max 1,8029 0,46163 0,1182 0,030263 0,0077496 0,001984 0,00050798 0,00013006 3,3302e-5 Min</p>	 <p>A: Static Structural Equivalent (von-Mises) Stress Type: Equivalent (von-Mises) Stress Unit: MPa Time: 1</p> <p>7,0402 Max 1,8026 0,46152 0,11817 0,030256 0,0077466 0,0019834 0,00050784 0,00013003 3,3292e-5 Min</p>	 <p>A: Static Structural Equivalent (von-Mises) Stress Type: Equivalent (von-Mises) Stress Unit: MPa Time: 1</p> <p>7,0452 Max 1,8037 0,46178 0,11823 0,030268 0,0077493 0,001984 0,00050794 0,00013004 3,3293e-5 Min</p>
	$\sigma_{\max} = 7,04 \text{ МПа}$	$\sigma_{\max} = 7,04 \text{ МПа}$	$\sigma_{\max} = 7,05 \text{ МПа}$
Деформації цілої моделі, мм	 <p>A: Static Structural Equivalent Elastic Strain Type: Equivalent Elastic Strain Unit: mm/mm Time: 1</p> <p>0,14085 Max 0,01922 0,0026226 0,00035787 4,8835e-5 6,6635e-6 9,0926e-7 1,2407e-7 1,693e-8 2,3102e-9 Min</p>	 <p>A: Static Structural Equivalent Elastic Strain Type: Equivalent Elastic Strain Unit: mm/mm Time: 1</p> <p>0,14082 Max 0,019216 0,0026222 0,00035781 4,8826e-5 6,6627e-6 9,0917e-7 1,2406e-7 1,6929e-8 2,3101e-9 Min</p>	 <p>A: Static Structural Equivalent Elastic Strain Type: Equivalent Elastic Strain Unit: mm/mm Time: 1</p> <p>0,14092 Max 0,019228 0,0026236 0,00035798 4,8845e-5 6,6647e-6 9,0936e-7 1,2408e-7 1,693e-8 2,31e-9 Min</p>
	$\epsilon_{\max} = 0,141 \text{ мм}$	$\epsilon_{\max} = 0,141 \text{ мм}$	$\epsilon_{\max} = 0,141 \text{ мм}$

Рис. 4.1.14. Показники НДС досліджуваних моделей у положенні підшовної флексії над'яtkово-гомiлкового суглоба.

	Інтактна модель	Модель з бурситом	Модель з синдромом Хаглунда
Загальні переміщення цілої моделі, мм	<p>A: Static Structural Total Deformation Type: Total Deformation Unit: mm Time: 1</p> <p>20.312 Max 2,0312 0,20312 0,020312 0,0020312 2,0312e-5 2,0312e-6 2,0312e-7 0 Min</p>	<p>A: Static Structural Total Deformation Type: Total Deformation Unit: mm Time: 1</p> <p>17.411 Max 1,7411 0,17411 0,017411 0,0017411 1,7411e-5 1,7411e-6 1,7411e-7 0 Min</p>	<p>A: Static Structural Total Deformation Type: Total Deformation Unit: mm Time: 1</p> <p>24.837 Max 2,4837 0,24837 0,024837 0,0024837 2,4837e-5 2,4837e-6 2,4837e-7 0 Min</p>
	$\Delta_{max} = 20,31$ мм	$\Delta_{max} = 17,41$ мм	$\Delta_{max} = 24,84$ мм
Напруження на АС, МПа	<p>A: Static Structural Equivalent Stress 4 Type: Equivalent (von-Mises) Stress Unit: MPa Time: 1</p> <p>4.2457 Max 1,4483 0,49406 0,16854 0,057492 0,019612 0,0066902 0,0022822 0,00077852 0,00026557 Min</p>	<p>A: Static Structural Equivalent Stress 4 Type: Equivalent (von-Mises) Stress Unit: MPa Time: 1</p> <p>3.5521 Max 1,3432 0,50792 0,19207 0,072628 0,027464 0,010385 0,0039271 0,001485 0,00056154 Min</p>	<p>A: Static Structural Equivalent Stress 5 Type: Equivalent (von-Mises) Stress Unit: MPa Time: 1</p> <p>5.8709 Max 2,0793 0,73645 0,26083 0,09238 0,032719 0,011588 0,0041043 0,0014536 0,00051484 Min</p>
	$\sigma_{max} = 4,25$ МПа	$\sigma_{max} = 3,55$ МПа	$\sigma_{max} = 5,87$ МПа
Напруження на бурсі, МПа	<p>A: Static Structural Equivalent Stress 5 Type: Equivalent (von-Mises) Stress Unit: MPa Time: 1</p> <p>1.8298 Max 0,94659 0,48068 0,25331 0,13104 0,067788 0,035067 0,01814 0,0093841 0,0048545 Min</p>	<p>A: Static Structural Equivalent Stress 5 Type: Equivalent (von-Mises) Stress Unit: MPa Time: 1</p> <p>2.5697 Max 1,4999 0,87552 0,51104 0,2983 0,17412 0,10163 0,059924 0,034627 0,020212 Min</p>	<p>A: Static Structural Equivalent Stress 6 Type: Equivalent (von-Mises) Stress Unit: MPa Time: 1</p> <p>2.858 Max 1,6103 0,90731 0,51121 0,28803 0,16229 0,091438 0,05152 0,029028 0,016355 Min</p>
	$\sigma_{max} = 1,83$ МПа	$\sigma_{max} = 2,57$ МПа	$\sigma_{max} = 2,86$ МПа

Рис. 4.1.15. Показники НДС досліджуваних моделей у положенні підшовної флексії надп'яtkово-гомiлкового суглоба.

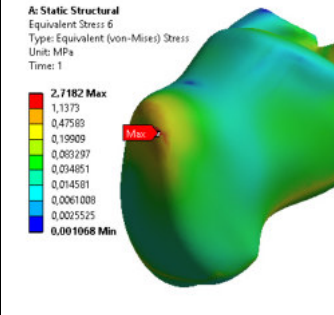
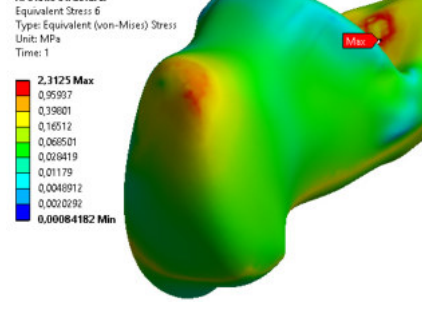
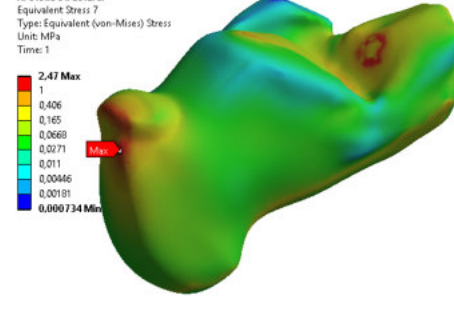
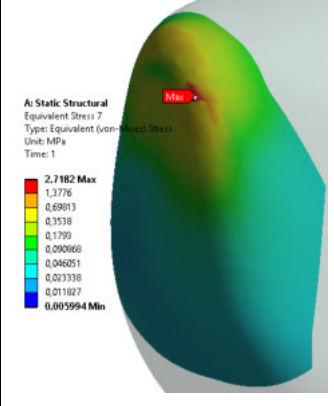
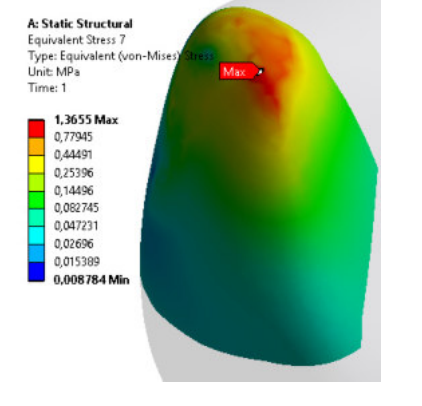
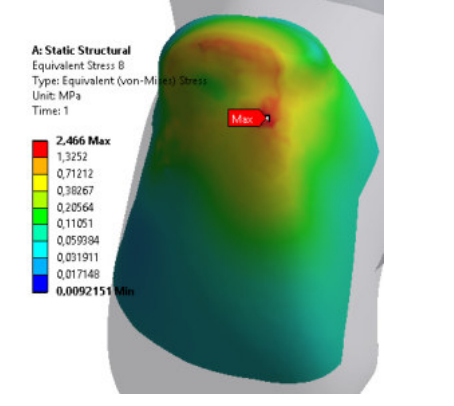
	Інтактна модель	Модель з бурситом	Модель з синдромом Хаглунда
Напруження на п'ятковій кістці, МПа	 <p>A: Static Structural Equivalent Stress 6 Type: Equivalent (von-Mises) Stress Unit: MPa Time: 1 2.7182 Max 1.1373 0.47589 0.19909 0.005297 0.024851 0.014581 0.0061008 0.0025525 0.001068 Min</p>	 <p>A: Static Structural Equivalent Stress 6 Type: Equivalent (von-Mises) Stress Unit: MPa Time: 1 2.3125 Max 0.95997 0.39801 0.16512 0.068501 0.028419 0.01179 0.0048912 0.0020292 0.00084182 Min</p>	 <p>A: Static Structural Equivalent Stress 7 Type: Equivalent (von-Mises) Stress Unit: MPa Time: 1 2.47 Max 1 0.406 0.165 0.0660 0.0271 0.011 0.00446 0.00181 0.000734 Min</p>
	$\sigma_{\max} = 2,72 \text{ МПа}$	$\sigma_{\max} = 2,31 \text{ МПа}$	$\sigma_{\max} = 2,47 \text{ МПа}$
Напруження на п'ятковому горбі, МПа	 <p>A: Static Structural Equivalent Stress 7 Type: Equivalent (von-Mises) Stress Unit: MPa Time: 1 2.7182 Max 1.3776 0.88913 0.3538 0.1799 0.090868 0.046051 0.023338 0.011827 0.005994 Min</p>	 <p>A: Static Structural Equivalent Stress 7 Type: Equivalent (von-Mises) Stress Unit: MPa Time: 1 1.3655 Max 0.77945 0.44491 0.25396 0.14496 0.082745 0.047231 0.02696 0.015389 0.008784 Min</p>	 <p>A: Static Structural Equivalent Stress 8 Type: Equivalent (von-Mises) Stress Unit: MPa Time: 1 2.466 Max 1.3252 0.71212 0.38267 0.20564 0.11051 0.059384 0.031911 0.017148 0.0092151 Min</p>
	$\sigma_{\max} = 2,72 \text{ МПа}$	$\sigma_{\max} = 1,37 \text{ МПа}$	$\sigma_{\max} = 2,47 \text{ МПа}$

Рис. 4.1.16. Показники НДС досліджуваних моделей у положенні підошовної флексії надп'ятково-гомількового суглоба.

Таблиця 4.1.3

**Зведена таблиця результатів розрахунків НДС для моделей у положенні підошовної флексії надп'ятково-гомількового суглоба**

	Інтактна модель	Модель з бурситом	Модель з синдромом Хаглунда
Напруження модель, МПа	7,04	7,04	7,05
Деформації модель, мм	0,141	0,141	0,141
Переміщення модель, мм	20,31	17,41	24,84
Ахілове сухожилля, МПа	4,25	3,55	5,87
Зап'яткова bursa, МПа	1,83	2,57	2,86
П'яткова кістка, МПа	2,72	2,31	2,47
П'ятковий горб, МПа	2,72	1,37	2,47

В положенні підшовної флексії показники НДС структур заднього відділу стопи в досліджуваних моделях були нижчими в порівнянні з показниками в нейтральному положенні, або в положенні тильної флексії стопи. Це зумовлене як зменшенням сили натягу АС, так і «розкриттям», збільшенням в розмірах зап'яtkового рецесусу, зісковзанням в нього язичків жирового тіла Кагера та відсутність імпінджменту зап'яtkової синовіальної бурси.

Так напруження цілої моделі у всіх досліджуваних моделях були рівними і дорівнювали 7,04МПа. Слід зауважити, що це напруження було зареєстровано на кісткових структурах надп'яtkово-гомількового суглоба, а не на структурах заднього відділу стопи.

Показники загальних деформацій моделей не відрізнялись у всіх трьох досліджуваних моделей і становили 0,141 мм.

Максимальні значення загальних переміщень реєструвалися на литковому м'язі і склали 20,31 мм для інтактної моделі, 17,41 мм для моделі з бурситом і 24,84 мм для моделі із синдромом Хаглунда, що було відповідно менше на 14,2% та більше на 22,3%, в порівнянні з інтактною моделлю.

Схожі результати були отримані і на АС. Так напруження на сухожиллі в інтактній моделі склало 4,25МПа, в моделі з бурситом – 3,55МПа (-16,8%) та в моделі із синдромом Хаглунда – 5,87МПа (+38,1%).

Досліджуючи значення напружень на зап'яtkовій бурсі було встановлено, що напруження були вищими на 40,4% у моделі з бурситом (2,57МПа) та на 56,3% (2,86МПа) у моделі із синдромом Хаглунда, в порівнянні з інтактною моделлю (1,83МПа).

В ході дослідження було розраховано значення напружень на п'яtkовому горбі, і на відміну від попередніх значень цього параметру в інших положеннях стопи на патологічних моделях напруження було меншим, в порівнянні з інтактною моделлю. Так в моделі із синдромом Хаглунда напруження дорівнювало 2,47МПа, а в моделі із бурситом - всього 1,37МПа, що на 9,2% та 49,6% менше, ніж в інтактній моделі, де значення цього показника склало

2,72МРа. Зменшення напруження в патологічних моделях пов'язано, на нашу думку, з більшою поверхнею контакту і більш рівномірним розподілом напруження на поверхні п'яtkової кістки та АС.

Порівняльний аналіз результатів розрахунків НДС для моделей у положенні підшовної флексії надп'яtkово-гомількового суглоба для кожного варіанта дослідження представлений на діаграмі (Рис. 4.1.17).

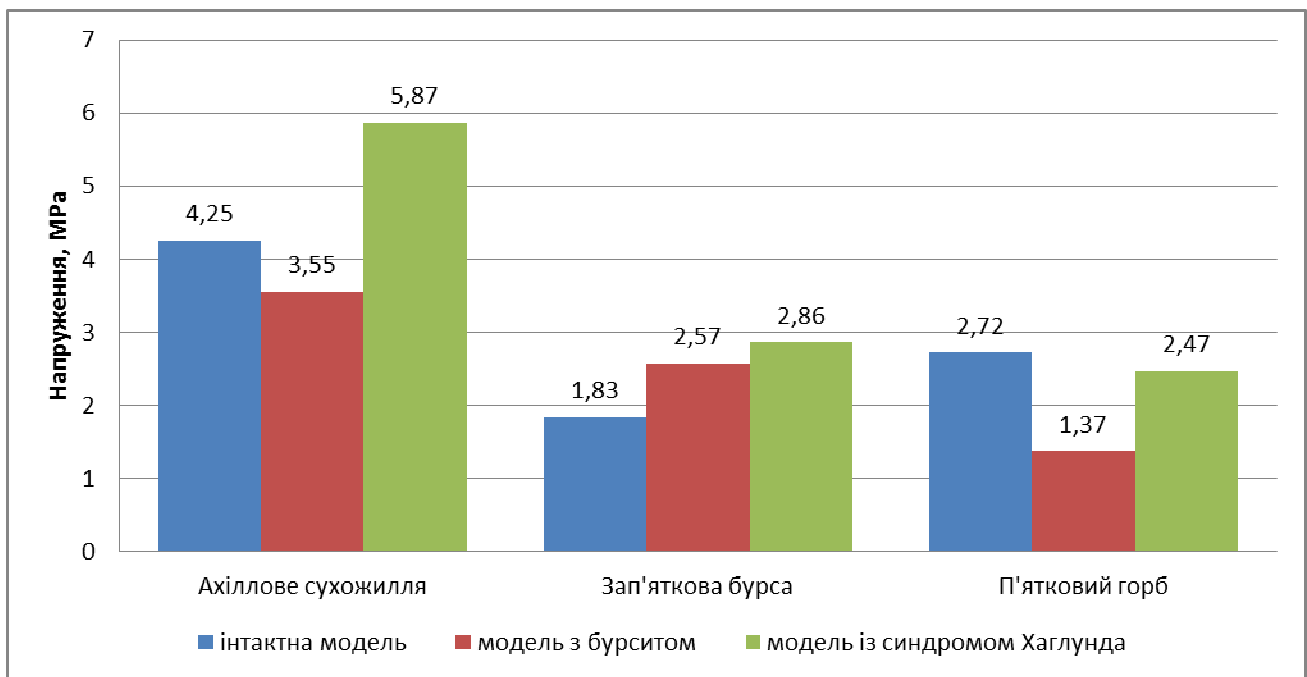


Рис. 4.1.17. Порівняльний аналіз результатів розрахунків НДС для моделей у положенні підшовної флексії надп'яtkово-гомількового суглоба для кожного варіанту дослідження.

В дослідженні ми також провели порівняльний аналіз значень показників НДС структур заднього відділу стопи, а саме АС, зап'яtkової бурси, п'яtkового горба та литкового м'яза. На нашу думку, вищенаведені анатомічні структури складають єдину біомеханічну систему «АС-п'яtkовий горб», тому її подальше дослідження є ключовим для більш глибокого розуміння взаємозв'язків між окремими складовими як в нормі, так і при ахіллобурситі. Значення та динаміка напруження на АС представлені в таблиці 4.1.4 та рис. 4.1.18.



Таблиця 4.1.4

**Зведені результати напружень на АС залежно від положення стопи для досліджуваних моделей.**

	Модель	Положення стопи, градуси		
		-10	0	+10
Напруження, МПа	Інтактна модель	4,25	7,05	15,82
	Модель із зап'ятковим бурситом	3,55	5,64	17,43
	Модель із синдромом Хаглунда	5,87	7,75	26,67



Рис. 4.1.18. Динаміка напружень на АС залежно від положення стопи для досліджуваних моделей.

Аналізуючи динаміку коливань напруження на АС для досліджуваних моделей, спостерігається більш високі значення у моделі із синдромом Хаглунда. При цьому приріст напруження склав 244,1%. Аналогічний показник в моделі із бурситом дорівнював 209,0%, в інтактній моделі – 124,4%.

Все це вказує на перенавантаження АС при ахіллобурситі, при цьому слід зауважити, що при переході із нейтрального положення в положення тильної флексії, напруження зростає в геометричній прогресії. На відміну від патологічних, інтактна модель показує більш лінійне збільшення навантаження. Проте слід зауважити, що напруження на АС в моделі із зап'ятковим бурситом в межах  $-10^0-0^0$  були меншими, ніж в інтактній моделі. Ми пов'язуємо це з амортизуючою функцією зап'яткової бурси. За рахунок збільшення розмірів синовіальної бурси остання більш ефективно розподіляє напруження з АС.

Значення та динаміка напруження на зап'ятковій бурсі представлені в таблиці 4.1.5 та рис. 4.1.19.

Таблиця 4.1.5

**Зведені результати напружень на зап'ятковій бурсі залежно від положення стопи для досліджуваних моделей.**

	Модель	Положення стопи, градуси		
		-10	0	+10
Напруження, МПа	Інтактна модель	1,83	3,25	7,41
	Модель із зап'ятковим бурситом	2,57	5,45	16,79
	Модель із синдромом Хаглунда	2,86	5,21	16,44

Аналізуючи динаміку коливань напруження на зап'ятковій бурсі, відмічається більш високі значення на патологічних моделях. Так при переході з нейтрального положення в положення тильної флексії ( $+10^0$ ) збільшення напружень становило 208,0% для моделі із зап'ятковим бурситом та 215,5% для моделі із синдромом Хаглунда. Для інтактної моделі приріст даного показника дорівнював тільки 128,0%.

Вищенаведені дані вказують на значне перенавантаження синовіальної бурси. На нашу думку, це може призвести до дегенеративних змін синовіальної оболонки бурси – її потовщення та ущільнення. В клінічному випадку ущільнення оболонки бурси буде мати вплив не тільки на перебіг захворювання, а й на ефективність лікувальних заходів.

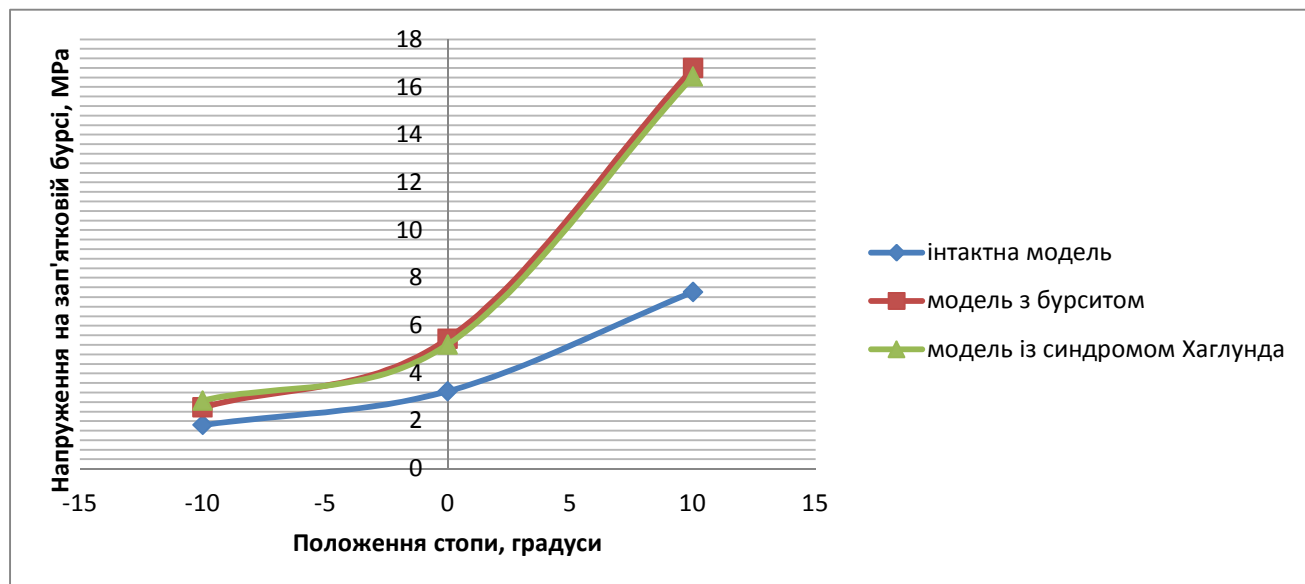


Рис. 4.1.19. Динаміка напружень на зап'ятковій бурсі залежно від положення стопи для досліджуваних моделей.

В ході дослідження ми реєстрували максимальні значення напруження і в місці інсерції АС – п'ятковому горбі. Ця анатомічна ділянка безпосередньо контактує із зап'ярковою бурсою, що, на нашу думку, не може не впливати на патогенез захворювання.

Значення та динаміка напруження на п'ятковому горбі представлені в таблиці 4.1.6 та рис. 4.1.20.

Таблиця 4.1.6

**Зведені результати напружень на п'ятковому горбі залежно від положення стопи для досліджуваних моделей.**

	Модель	Положення стопи, градуси		
		-10	0	+10
Напруження, МПа	Інтактна модель	2,72	2,04	4,02
	Модель із зап'ятковим бурситом	1,37	2,31	5,19
	Модель із синдромом Хаглунда	2,47	2,99	8,85

В ході дослідження встановлено, що в положенні підшовної флексії стопи напруження на п'ятковому горбі в моделях із синдромом Хаглунда та зап'ятковим бурситом було менше, відповідно на 17,4% та 40,7%, в порівнянні з інтактною моделлю. Це пояснюється збільшенням поверхні контакту розширеної зап'яткової бурси з п'ятковою кісткою і, відповідно, зменшенням тиску на одиницю площі. Проте, вже в нейтральному положенні стопи напруження в патологічних моделях фіксувалось більше, ніж в інтактній моделі. При переході з нейтрального положення в положення тильної флексії напруження на п'ятковому горбі очікувано збільшувалось. Так в моделі із бурситом приріст напружень дорівнював 124,6%, в моделі із синдромом Хаглунда - 196,0%, тоді як аналогічний показник в інтактній моделі склав 97,0%.

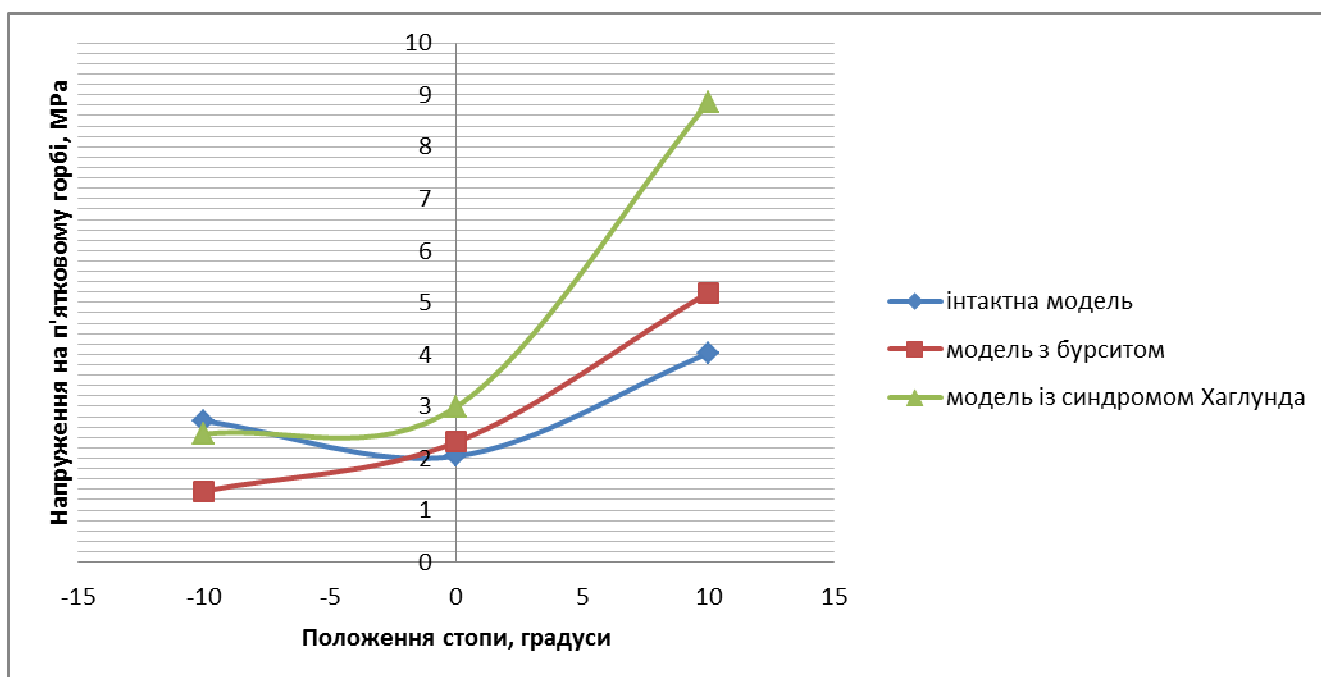


Рис. 4.1.20. Динаміка напружень на п'ятковому горбі залежно від положення стопи для досліджуваних моделей.

Максимальні значення загальних переміщень серед усіх структур моделі реєструвалися на литковому м'язі. Значення та динаміка загальних переміщень представлені в таблиці 4.1.7 та рис. 4.1.21.

Таблиця 4.1.7

**Зведені результати загальних переміщень залежно від положення стопи для досліджуваних моделей.**

	Модель	Положення стопи, градуси		
		-10	0	+10
Напруження, МПа	Інтактна модель	20,31	35,74	81,59
	Модель із зап'ятковим бурситом	17,41	35,68	103,29
	Модель із синдромом Хаглунда	24,84	42,43	136,36

Значення загальних переміщень в положенні підошовної флексії у всіх моделях були нижчими, в порівнянні з аналогічними результатами у нейтральному положенні та в положенні тильної флексії. Однак, в моделі із

синдромом Хаглунда, в порівнянні з інтактною моделлю, цей показник реєструвався на 22,3% більше (24,84 мм і 20,31 мм відповідно) в положенні згинання, на 18,7% більше в нейтральному положенні (42,43мм і 35,74 мм відповідно) та на 67,1% більше (136,36 мм і 81,59 мм відповідно) в положенні розгинання надп'яtkово-гомiлкового суглоба.

На відміну від вищенаведених результатів, максимальні значення загальних переміщень литкового м'язу в моделі із зап'яtkовим бурситом майже не відрізнялись від значень, отриманих в інтактній моделі – 35,68 мм і 35,74 мм відповідно, а в положенні підошовної флексії переміщення було менше на 14,3% (17,41 мм проти 20,31 мм), ніж в інтактній моделі. Проте, в положенні тильної флексії стопи значення цього показника досягли максимальних значень і дорівнювали 103,29 мм, що на 26,6% більше аналогічних значень інтактної моделі.

На наш погляд, підвищення значень такого показника, як загальних переміщень, вказує на перенавантаження литкового м'язу. З аналізу результатів доведено, що в моделі із синдромом Хаглунда навантаження на литковий м'яз більше, ніж в інтактній моделі у всьому діапазоні рухів надп'яtkово-гомiлкового суглоба. В моделі із зап'яtkовим бурситом динаміка дещо інша – тільки в положенні тильної флексії реєструється навантаження більше, ніж в інтактній моделі.

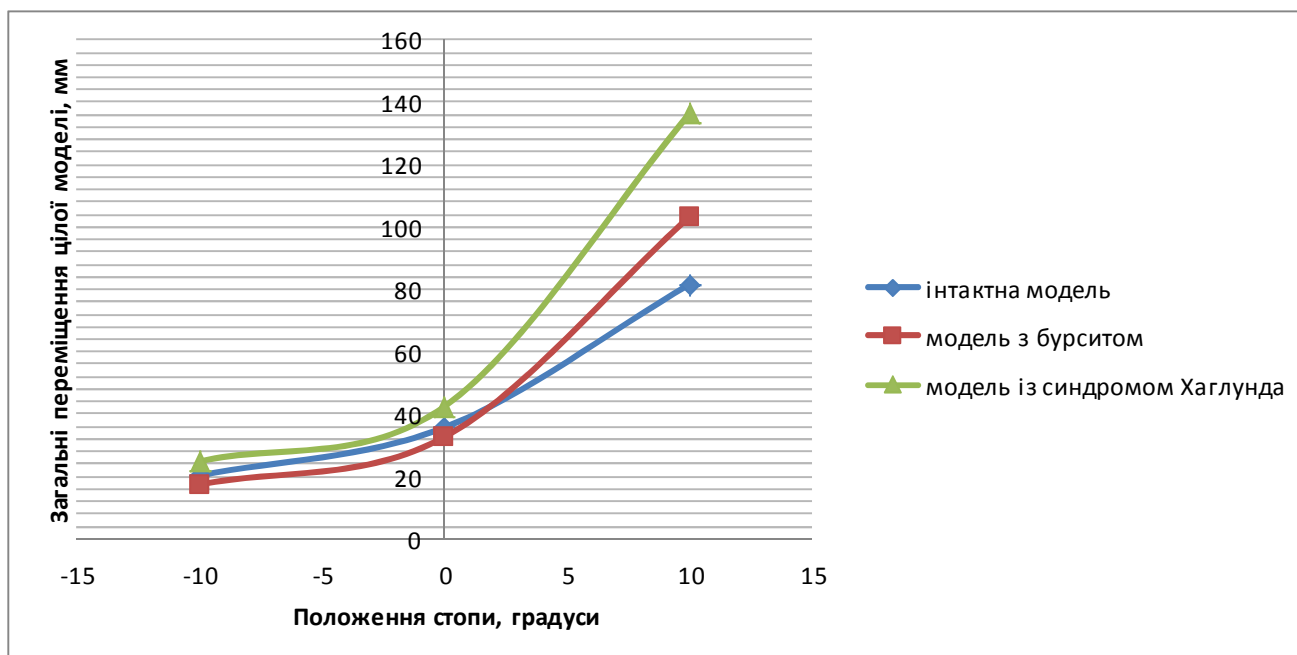


Рис. 4.1.21. Динаміка значень загальних переміщень залежно від положення стопи для досліджуваних моделей.

Проаналізувавши результати даного етапу біомеханічного дослідження, ми сформулювали такі висновки:

- всі структури заднього відділу стопи (АС, зап'ятова bursa, п'ятковий горб) складають єдину біомеханічну систему. Зміни НДС однієї частки системи неминуче призводить до адаптивних змін других та всієї системи в цілому;
- доведено, що максимальне напруження серед усіх структур заднього відділу стопи, незалежно від положення стопи у надп'яtkово-гомілковом суглобі, концентрується на АС, разом з тим у випадках зап'яtkового бурситу та синдрому Хаглунда значення напруження були достовірно вищими ( $p < 0,001$ ) в порівнянні з значеннями інтактній моделі;
- доведена амортизуюча функція збільшеної зап'яtkової бурси за рахунок збільшення поверхні контакту з оточуючими структурами;
- визначені особливості перерозподілу напруження на п'яtkову кістку - максимальні значення напружень при зап'яtkовому бурситі та синдромі Хаглунда концентруються на задньо-верхніх відділах п'яtkової кістки (в зоні т.н. «деформації Хаглунда»), на відміну від яких, в нормі максимальні

напруження локалізуються на задній поверхні п'яtkової кістки, передній стінці зап'яtkового рецесусу. І якщо у випадку із синдромом Хагlundа це пояснюється збільшенням цих відділів п'яtkової кістки, то у випадку із зап'яtkовим бурситом такий перерозподіл напружень може призводити до адаптивних змін у структурі кістки зі збільшенням цих відділів і формуванням синдрому Хагlundа. Гіпотетично це вказує на те, що зап'яtkовий бурсит та синдром Хагlundа можуть бути різними етапами одного патологічного процесу – імпінджменту зап'яtkової бурси;

- встановлено, що при зап'яtkовому бурситі та синдромі Хагlundа перенавантаження локалізується не тільки в зоні п'яtkового горба, а і в литковому м'язі, що розширює уявлення про комплексність порушень при ахіллобурситі.

#### **4.2. Результати дослідження динаміки показників напружено-деформованого стану структур заднього відділу стопи в акті ходи та стоянні в умовах різних властивостей зап'яtkової бурси**

Проводячи інструментальне дослідження пацієнтів ми звернули увагу на варіабельність властивостей і параметрів зап'яtkової синовіальної сумки. Досліджуючи 93 випадки ахіллобурситу, ми виділили два морфологічних варіанти: ексудативний бурсит, що характеризується розширенням порожнини бурси і заповнення її рідинним, гомогенним вмістом, і проліферативний, при якому збільшення бурси було менше виражене, але визначалося потовщення і ущільнення синовіальної оболонки, а також іноді наявність перегородок всередині з формуванням камер.

Метою даного етапу дослідження було вивчення поведінки анатомічних структур заднього відділу стопи при ексудативному та проліферативному типах ахіллобурситу.

За допомогою програмного пакету SolidWorks побудована імітаційна модель гомілки та заднього відділу стопи. Для створення моделі застосовували анатомічні, антропометричні дані та дані КТ. Модель створено максимально



наближеною до реальної, для імітації патологічних змін об'єм бурси збільшено на 10%.

Силу натягіння литкового м'яза, яка необхідна для відштовхування від опорної поверхні в акті ходи (задній поштовх) у положенні стопи 10 градусів тильної флексії вираховували аналітично, з урахуванням того, що центр маси тіла зміщується вперед на відстань AC (Рис. 4.2.1).

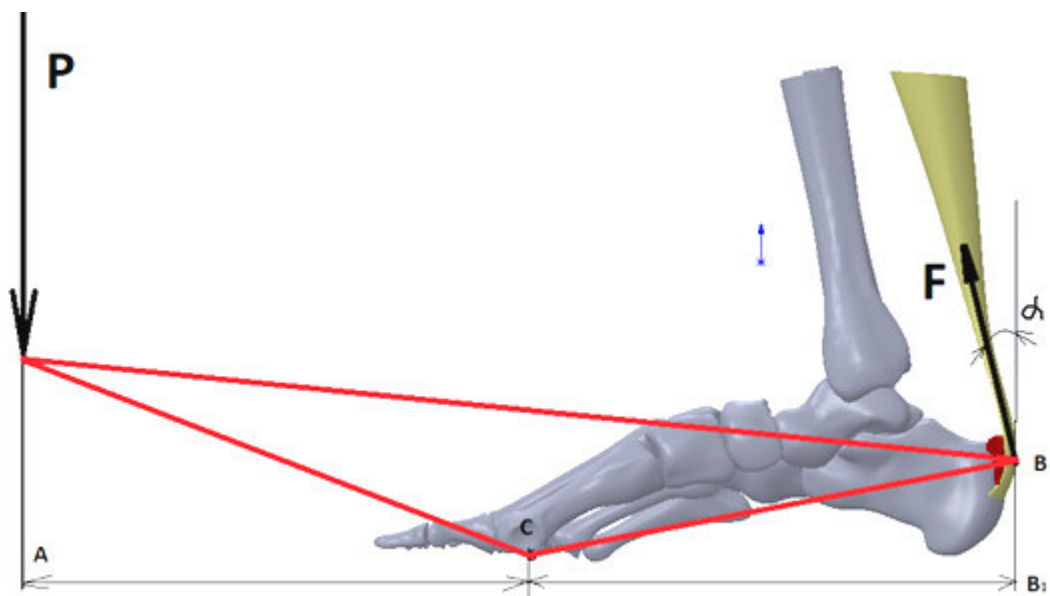


Рис. 4.2.1. Розрахункова схема.

Завдано граничні умови закріплення та навантаження моделі (Рис. 4.2.2), з обмеженням по переміщеннях для п'яткової кістки знизу Fixed (A) та Displacement (E) - обмеженням по переміщеннях вперед і блокуванням обертальних переміщень. Навантаження надп'яtkово-гомiлkового суглоба здійснювали, імітуючи двоопорне стояння – 50% ваги тіла середньостатистичного суб'єкту 75 кг, а саме - 300 Н (C) на великогомілкову кістку та 75 Н (D) на малоогомілкову кістку.

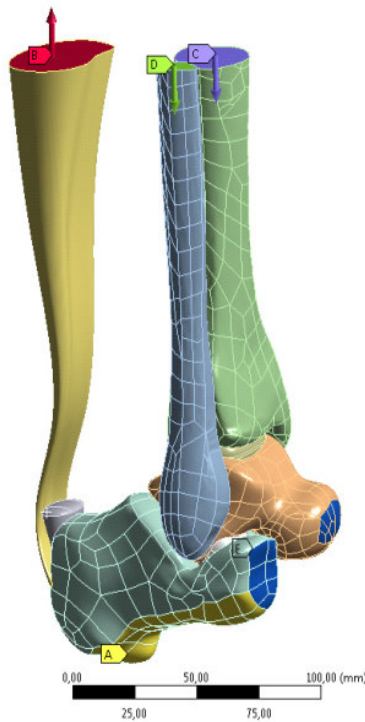


Рис. 4.2.2. Імітаційна модель надп'яtkово-гомiлкового суглоба з граничними умовами закріплення та навантаження.

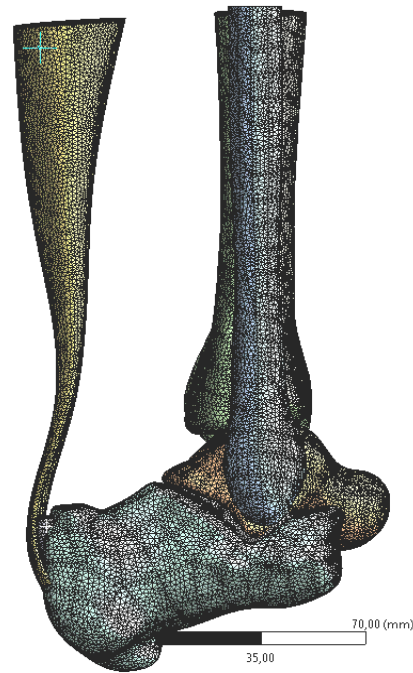


Рис. 4.2.3. Скінченно-елементна модель надп'яtkово-гомiлкового суглоба.

На наступному етапі створено скінченно-елементну модель надп'яtkово-гомiлкового суглоба для подальших розрахунків засобами програмного пакету ANSYS з аналізом НДС на елементах моделі (Рис. 4.2.3).

Для розрахунків у напівавтоматичному режимі згенеровано скінченно-елементну модель надп'яtkово-гомiлкового суглоба, яка складається з тетраедричних елементів, розміри яких не перевищують 1 мм і налічує в середньому 381574 вузлів та 223604 елементів. У найбільш важливих перехідних ділянках моделі з різними механічними властивостями скінченно-елементна сітка згущувалась. Така деталізація моделі створює умови для достатньої точності розрахунків у поставленій задачі.

Подальші розрахунки НДС моделі здійснено у програмному пакеті ANSYS методом СЕ, який набув поширення, як чисельний метод рішення крайових задач механіки суцільних середовищ, орієнтований на використання

ЕОМ. У розрахунках застосовано фізичні властивості кісткової тканини, які отримані з літературних джерел [81].

Розрахунки здійснено в різних умовах фізичних властивостей бурси у діапазоні зменшення значення модулю Юнга на 50%, що імітує ексудативний процес та збільшення значення модулю Юнга на 50%, що імітує проліферативний процес у бурсі.

Аналітичними розрахунками за формулою:

$$\sum M_c = 0: F \cdot \sin \alpha \cdot CB_1 - P \cdot CA = 0;$$

отримано значення сили литкового м'язу  $F$ , що необхідно для відштовхування стопою від поверхні при задньому поштовху в акті ходи

$$F = \frac{P \cdot CA}{\sin \alpha \cdot CB_1} = 1028 \text{ Н};$$

Результати розрахунків показників НДС моделі методом скінченних елементів у програмному пакеті ANSYS представлено на рисунках 4.2.4, 4.2.5, 4.2.6 та таблиці 4.2.1.

*Таблиця 4.2.1*

**Показники НДС моделей заднього відділу стопи в залежності від механічних властивостей зап'яткової бурси**

Досліджуваний показник	Показник модуля Юнга, %		
	50%	100%	150%
Напруження моделі в цілому, МПа	19,37	19,37	22,99
Деформації моделі в цілому, мм	0,207	0,171	0,141
Переміщення моделі в цілому, мм	116,66	114,92	113,39
Ахіллове сухожилля в цілому, МПа	19,37	19,37	19,37
Ахіллове сухожилля в зоні контакту, МПа	18,72	18,24	19,26
Зап'яткова bursa, МПа	15,05	18,66	22,99

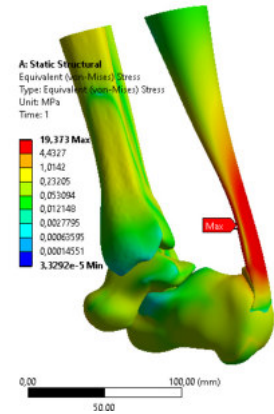
Як можна спостерігати з рисунків, при моделюванні ексудативної форми ахіллобурситу із зниженням механічних властивостей тканин бурси (-50%), має місце збільшення значень деформацій на моделі в цілому на 21,0% на фоні незмінних показників напружень. На елементах моделі відмічено незначне збільшення значень максимальних напружень в ділянці інсерції АС на 2,6% (18,72 МПа проти 18,24 МПа) та зменшення напружень на зап'ятковій бурсі на 19,3% (15,05 МПа проти 18,66 МПа).

При моделюванні проліферативної форми ахіллобурситу із підвищенням механічних властивостей тканин бурси (+50%), має місце збільшення значень напружень на моделі в цілому на 18,7% (22,99МПа проти 19,37МПа) на фоні зниження показників деформацій на 17,5% (0,141мм проти 0,171мм). Максимальні значення показників напружень були більше на 5,6% в ділянці інсерції АС (19,26 МПа проти 18,24МПа) та більше на 23,2% зап'ятковій бурсі (22,99 МПа проти 18,66 МПа).

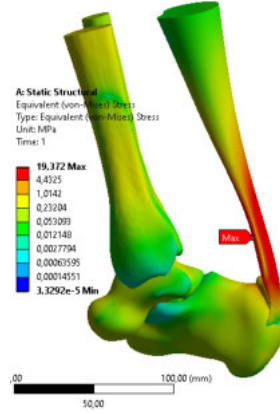
Інтактна модель

Ексудативна форма

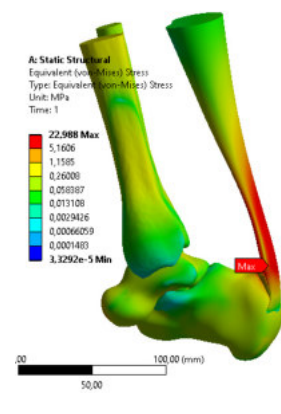
Проліферативна форма



$\sigma_{max} = 19,37 \text{ MPa}$

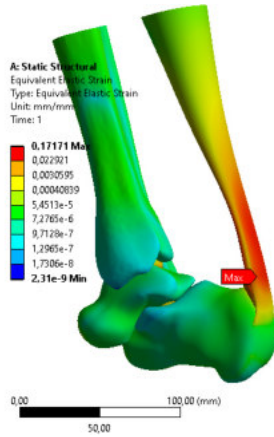


$\sigma_{max} = 19,37 \text{ MPa}$

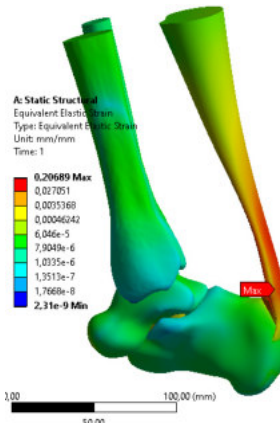


$\sigma_{max} = 22,99 \text{ MPa}$

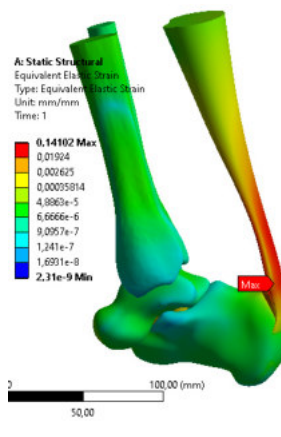
a



$\epsilon_{max} = 0,171 \text{ mm}$

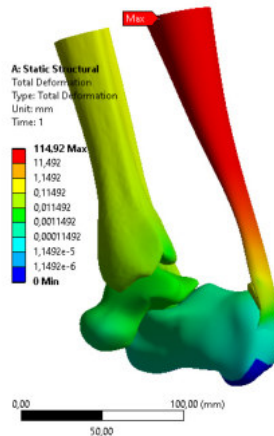


$\epsilon_{max} = 0,207 \text{ mm}$

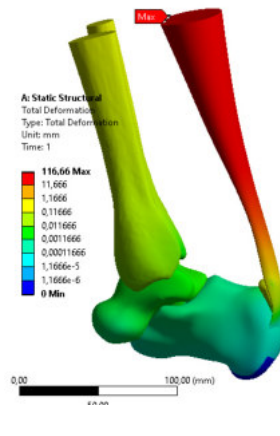


$\epsilon_{max} = 0,141 \text{ mm}$

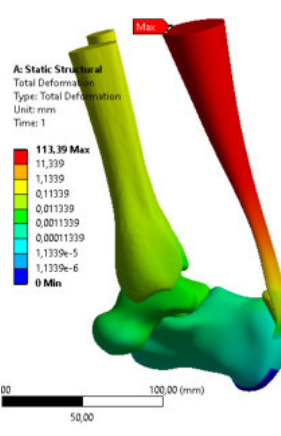
б



$\Delta_{max} = 114,92 \text{ mm}$



$\Delta_{max} = 116,66 \text{ mm}$



$\Delta_{max} = 113,39 \text{ mm}$

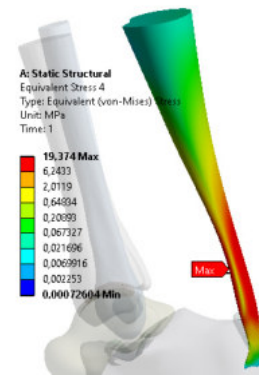
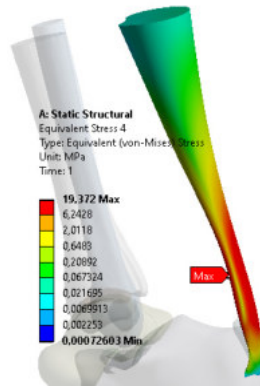
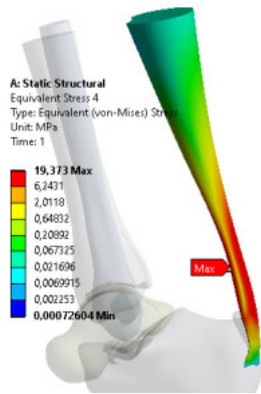
в

Рис. 4.2.4 . Показники напружень (а), деформацій (б) та загальних переміщень (Total Deformation) моделі при різних формах ахіллобурситу.

Інтактна модель

Ексудативна форма

Проліферативна форма

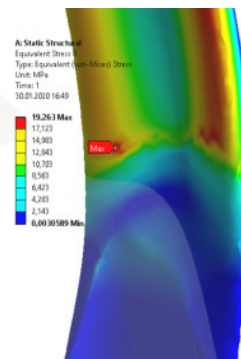
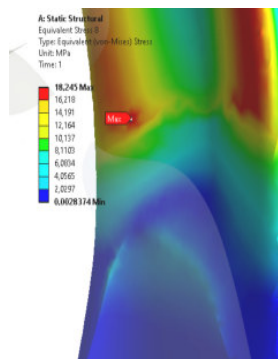
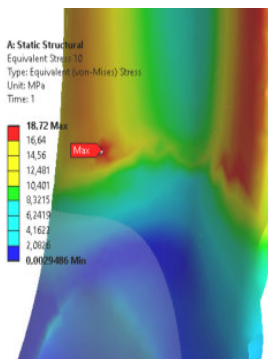


a

$\sigma_{\max} = 19,37\text{MPa}$

$\sigma_{\max} = 19,37 \text{ MPa}$

$\sigma_{\max} = 19,37 \text{ MPa}$

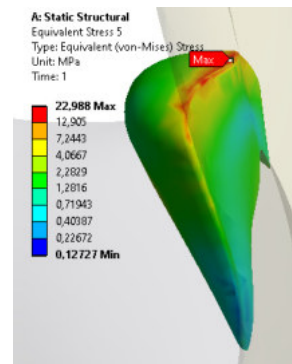
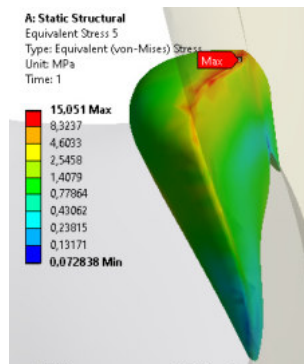
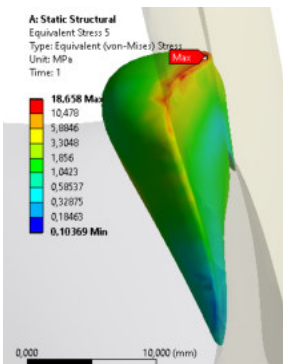


б

$\sigma_{\max} = 18,72\text{MPa}$

$\sigma_{\max} = 18,24 \text{ MPa}$

$\sigma_{\max} = 19,26 \text{ MPa}$



в

$\sigma_{\max} = 18,66 \text{ MPa}$

$\sigma_{\max} = 15,05 \text{ MPa}$

$\sigma_{\max} = 22,99 \text{ MPa}$

Рис. 4.2.5 . Показники напружень на АС (а), в ділянці його інсерції (б) та зап'яткової бурси (в) моделі при різних формах ахіллобурситу.

Однакові показники максимальних напружень на АС у діапазоні зменшення значення модулю Юнга на 50%, що імітує ексудативний процес та збільшення значення модулю Юнга на 50%, що імітує проліферативний процес, локалізовані у ділянці з мінімальною площею поперечного розрізу.

Значення загальних переміщень (Total Deformation) моделі при обох формах ахіллобурситу залишалися майже незмінними ( $\pm 1,5\%$ ).

Порівняльний аналіз зміни показників НДС елементів моделі залежно від механічних властивостей бурси, що відображають ексудативний чи проліферативний процес, представлені на рис. 4.2.6.

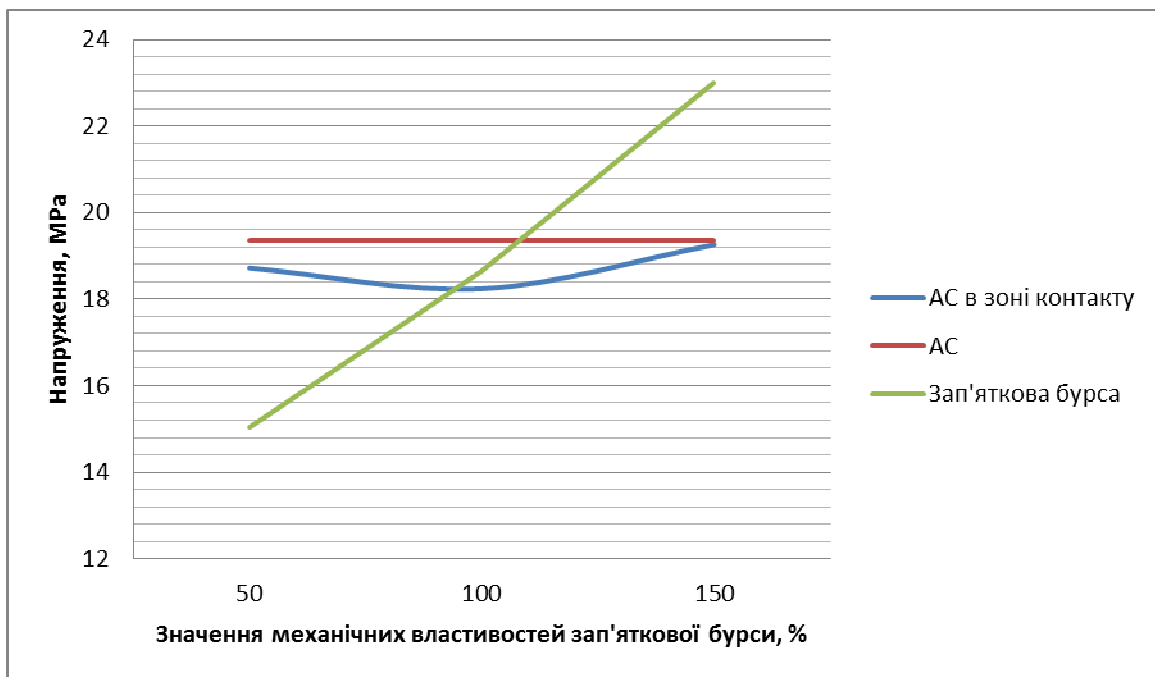


Рис. 4.2.6. Порівняльний аналіз зміни показників НДС елементів моделі залежно від механічних властивостей бурси.

За результатами розрахунків НДС елементів моделі заднього відділу стопи, в умовах різних патологічних станів бурси, зростання показників напружень на бурсі (на 23,2%) та контактних напружень на АС в ділянці інсерції (на 5,6%) при проліферативному процесі можуть мати вплив на

розвиток або прогресування патологічних станів як в самій бурсі, так і в АС. Ми вважаємо, що перехід у положення одноопорного стояння, збільшення навантаження на литковий м'яз під час швидкої ходи та бігу, внаслідок динамічного навантаження вищезазначених ділянок, може очікувано суттєво збільшувати напруження, як на самій проліферативно зміненій бурсі з подальшим формуванням синдрому Хаглунда, так і на ахілловому сухожиллі з формуванням тендінопатії та тендиніту.

#### **4.3. Результати біомеханічного обґрунтування застосування ортопедичних устілок-підп'ятників при ахіллобурситі**

Як зазначалось вище, застосування ортопедичних устілок не знижує ризик загострень і не має терапевтичного ефекту [52]. Проте, деякі автори [46, 76] використовували для зниження інтенсивності болю після хірургічного втручання при синдромі Хаглунда носіння взуття на підборах. При цьому в їх роботах ми не тільки не знайшли обґрунтування такого вибору, а також і не знайшли дані тривалості носіння і ефективності в зниженні больового синдрому. Тому завданням цього етапу біомеханічного дослідження було визначення значень різних показників НДС структур заднього відділу стопи при ахіллобурситі в умовах застосування підп'ятника різної висоти.

Спочатку зроблено аналітичні розрахунки сили литкового м'яза, яку необхідно прикласти до п'ятки для відштовхування від площини опори в акті ходи (задній поштовх) (Рис. 4.3.1). Відповідно до розрахункової схеми, залежно від висоти підп'ятника центр маси тіла зміщується вперед на відстань АС з одночасною зміною «кута атаки» та сили натягіння ахіллового сухожилля.



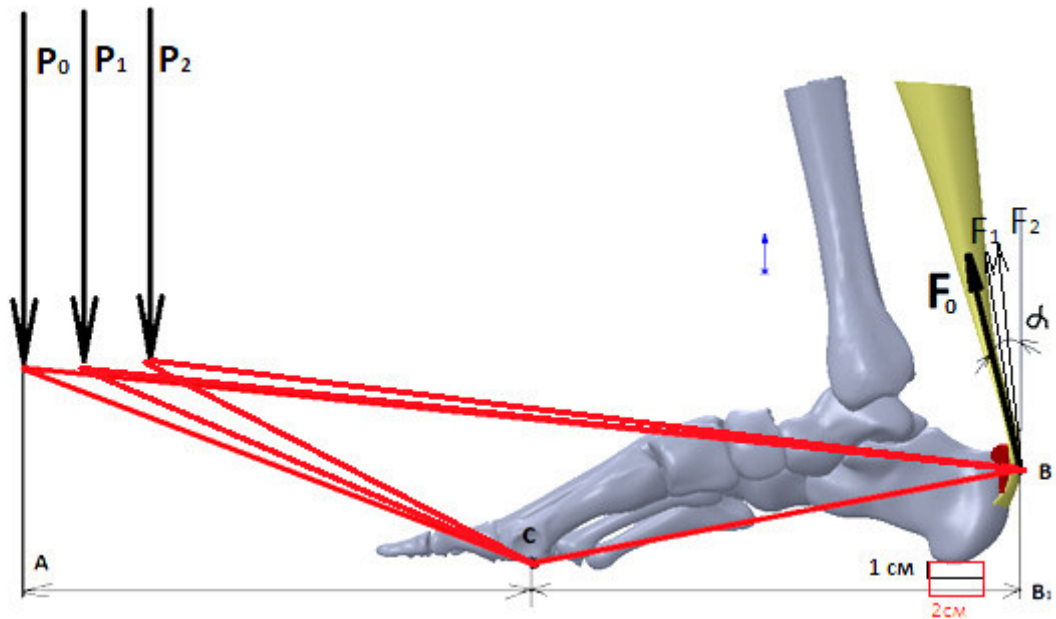


Рис. 4.3.1. Розрахункова схема.

Математичні розрахунки виконували за формулою:

$$\sum M_c = 0: F \cdot \sin \alpha \cdot CB_1 - P \cdot CA = 0;$$

Отримані дані застосовували у подальших розрахунках методом СЕ.

На наступному етапі за допомогою програмного пакету SolidWorks побудована імітаційна модель гомілки та заднього відділу стопи. Для створення моделі застосовували анатомічні, антропометричні дані та дані КТ. Модель створено максимально наближеною до реальної (Рис. 4.3.2).

Завдано граничні умови закріплення та навантаження моделі (Рис. 4.3.2а), з обмеженням по переміщеннях для п'яткової кістки знизу Fixed (A) та Displacement (E) - обмеженням по переміщеннях вперед і блокуванням обертальних переміщень. Навантаження надп'ятково-гомілкового суглоба здійснювали, імітуючи двоопорне стояння – 50% ваги тіла середньостатистичного суб'єкта 75 кг, а саме - 300 Н (C) на великогомілкову кістку та 75 Н (D) на малоогомілкову кістку.

На наступному етапі створено скінченно-елементну модель надп'ятково-гомілкового суглоба для подальших розрахунків засобами програмного пакету ANSYS з аналізом НДС на елементах моделі (Рис. 4.3.2б).

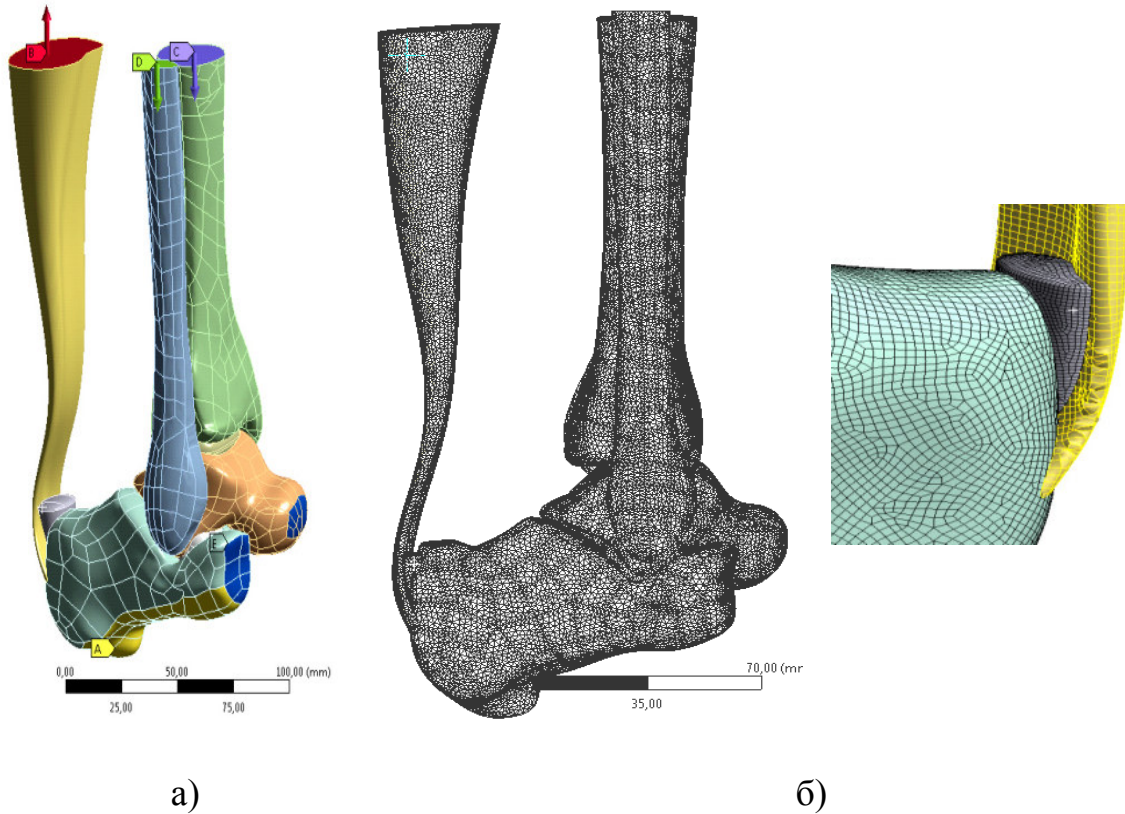


Рис. 4.3.2. Граничні умови (а) та скінченноелементна сітка (б), де А – це жорстка фіксація плантарної ділянки п'яткової кістки, В – обмеження переміщень по осях з можливістю обертання (імітування цілісної стопи), С – сила натягу ахіллового сухожилля, отримана з аналітичних розрахунків, D і E – вага людини прикладена до великогомілкової кістки (90%) та малогомілкової кістки (10%).

Для розрахунків у напівавтоматичному режимі згенеровано скінченно-елементну модель надп'ятково-гомілкового суглоба, яка складається з тетраедричних елементів, розміри яких не перевищують 1 мм і налічує в середньому 381574 вузлів та 223604 елементів. У найбільш важливих перехідних ділянках моделі з різними механічними властивостями скінченно-

елементна сітка згущувалась. Така деталізація моделі створює умови для достатньої точності розрахунків у поставленій задачі.

Подальші розрахунки НДС моделі було здійснено у програмному пакеті ANSYS методом SE.

Розрахунки здійснено для різної висоти підп'ятника – 0, 10,0 мм та 20,0 мм у положенні стопи, необхідному для відштовхування від площини опори (задній поштовх), для якого мають місце максимальні показники напружень.

За результатами аналітичних розрахунків отримано значення сили натягу АС залежно від висоти підп'ятника:

$$F_0 = \frac{P \cdot CA}{\sin \alpha \cdot CB_1} = 1028 \text{ Н}; \text{ - без підп'ятника}$$

$$F_1 = \frac{P \cdot CA}{\sin \alpha \cdot CB_1} = 833 \text{ Н}; \text{ - підп'ятник 10,0 мм}$$

$$F_2 = \frac{P \cdot CA}{\sin \alpha \cdot CB_1} = 752 \text{ Н}; \text{ - підп'ятник 20,0 мм}$$

З вищенаведених даних випливає, що значення сили литкового м'яза, яку необхідно прикласти до п'ятки для відштовхування від площини опори в акті ході змінюється залежно від висоти підп'ятника. Так в разі застосування підп'ятника висотою 10,0 мм значення цього показника склало на 19,0% менше (833Н проти 1028Н), ніж без підп'ятника та на 26,8% менше (752Н проти 1028Н) у разі застосування підп'ятника висотою 20,0 мм.

Значення показників НДС структур заднього відділу стопи у різних біомеханічних умовах представлено на рис. 4.3.3 та рис. 4.3.4.

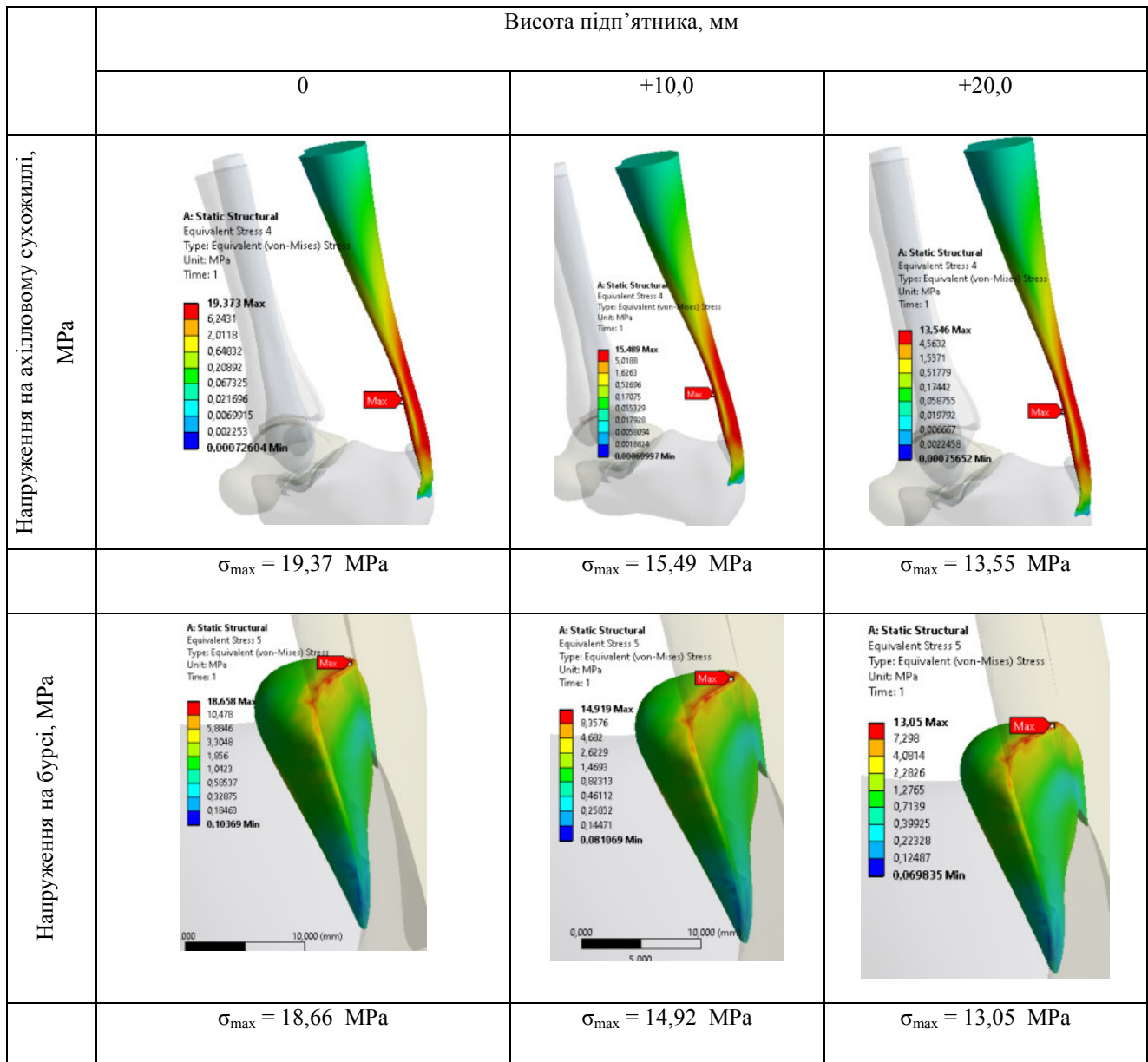


Рис. 4.3.3. Показники НДС структур заднього відділу стопи у різних біомеханічних умовах.

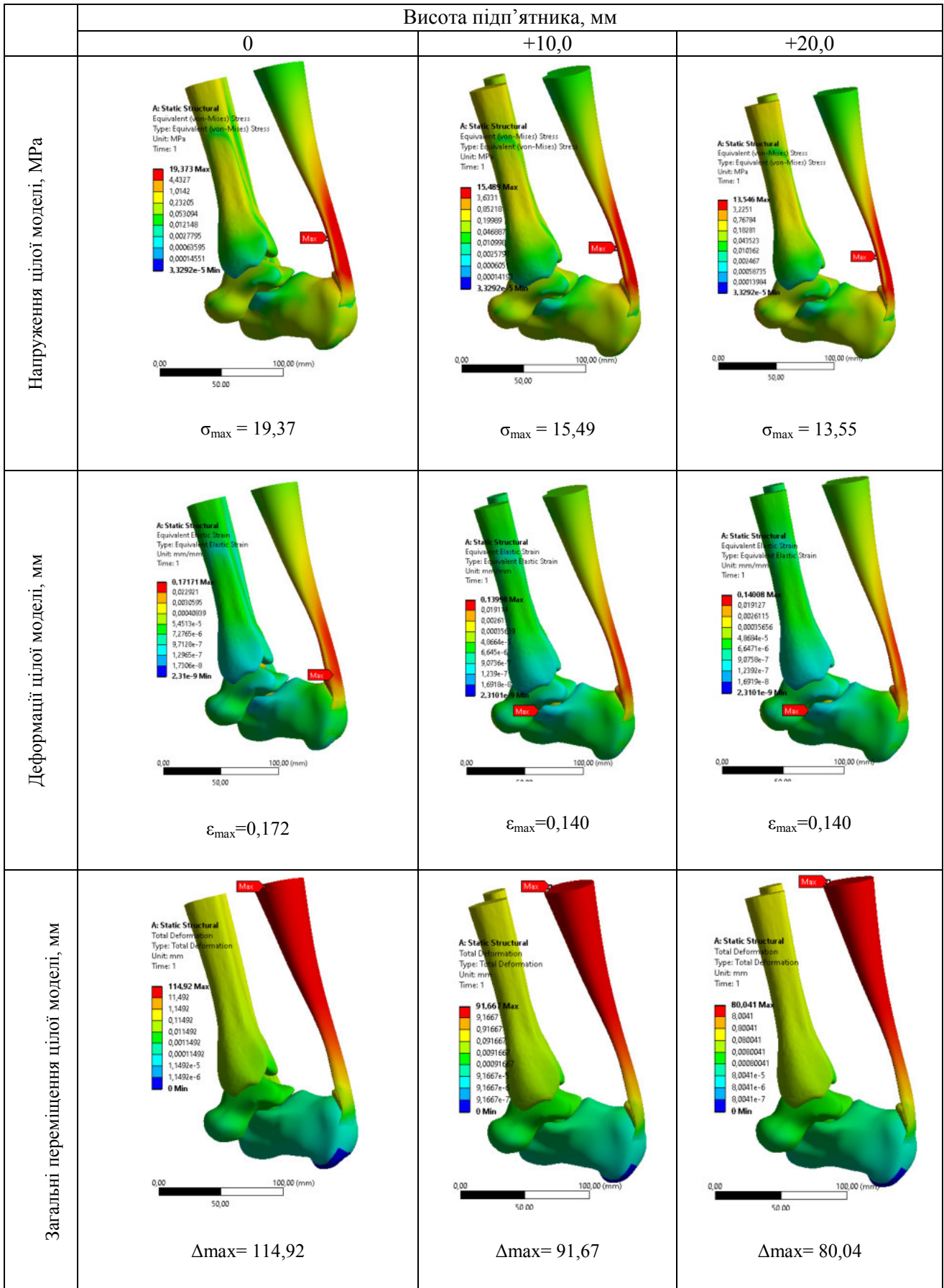


Рис. 4.3.4. Показники НДС структур заднього відділу стопи у різних біомеханічних умовах.

Таблиця 4.3.1

**Значення показників НДС структур заднього відділу стопи при застосуванні устілок-підп'ятників різної висоти**

Досліджуваний показник	Висота підп'ятника, мм		
	0	10,0	20,0
Напруження моделі, МПа	19,37	15,49	13,55
Деформації моделі, мм	0,171	0,14	0,14
Переміщення моделі, мм	114,92	91,67	80,04
Ахіллове сухожилля, МПа	19,37	15,49	13,55
Зап'ятова bursa, МПа	18,66	14,92	13,05

За результатами цього етапу долідження було доведено, що застосування устілок-підп'ятників достовірно і ефективно знижує напруження як на зап'ятковій бурсі, так і на АС. Так при застосуванні підп'ятника висотою всього 10,0 мм напруження на ахілловому сухожиллі знижується на 20,0% (15,49МПа проти 19,37МПа), а при застосуванні підп'ятника висотою 20,0 мм напруження знижується на 30,0% (13,55МПа проти 19,37МПа). Слід зауважити, що максимальні значення напруження всієї моделі зареєстровано саме на АС, тому зниження напруження на останньому, на нашу думку, суттєво впливає на перебіг захворювання.

Максимальні значення загальних деформацій моделі при застосуванні підп'ятників не тільки мали тенденцію до зниження - до 18,1% (0,14 мм проти 0,171мм), але й локалізовані були не на АС, а на кісткових структурах підтараного суглоба.

Максимальні значення загальних переміщень моделі фіксувались на литковому м'язі. В випадках застосування 10,0 мм і 20,0 мм підп'ятників цей показник дорівнював 91,67 мм (-20,2%) та 80,04 мм (-30,3%) відповідно, проти 114,92 мм у випадку відсутності підп'ятника. Це вказує на те, що застосування

ортопедичних устілок із підп'ятником знижує навантаження на литковий м'яз за рахунок зменшення сили натягіння.

Значення напруження на зап'ятковій бурсі також змінювались. Так при застосуванні підп'ятника висотою 10,0 мм, напруження на бурсі зменшилось на 20,0% і склало 14,92МПа проти 18,66 МПа, а при застосуванні підп'ятника висотою 20,0 мм – на 30,0% (13,05МПа проти 18,66мм).

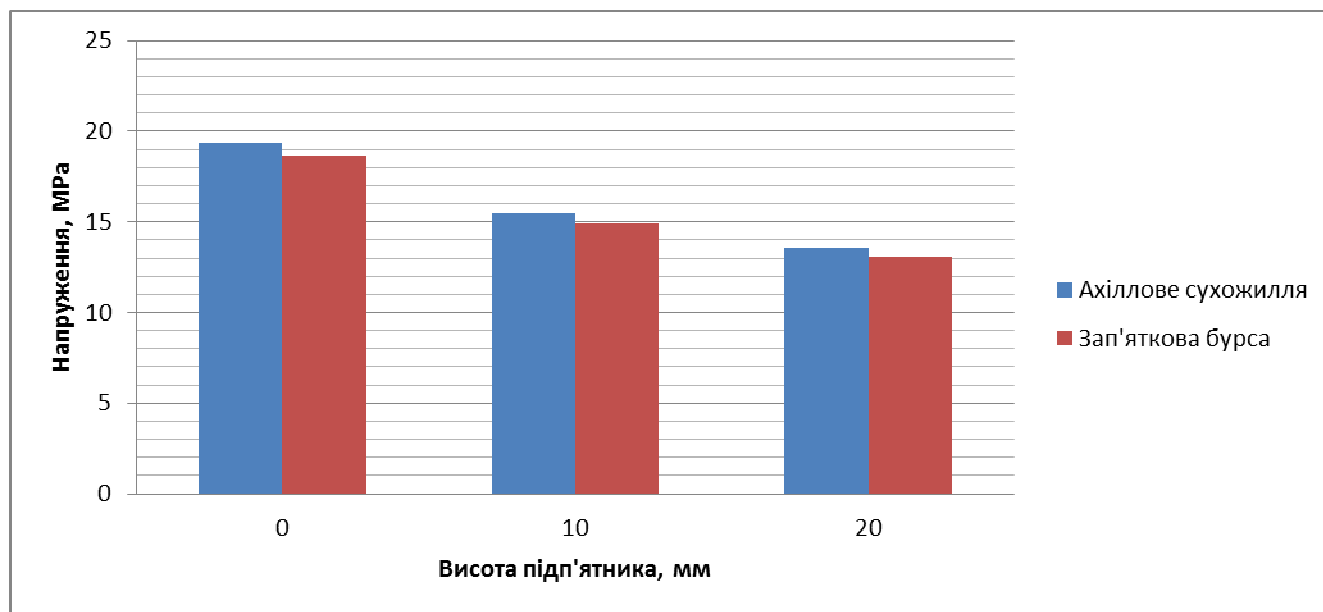


Рис. 4.3.5. Динаміка зміни напруження на АС та зап'ятковій бурсі при застосуванні ортопедичних устілок-підп'ятників.

В ході даного етапу дослідження з допомогою комп'ютерного моделювання було визначено вплив застосування ортопедичних устілок-підп'ятників висотою 10,0-20,0 мм на розподіл напружень на структурах заднього відділу стопи при ахіллобурситі. Встановлено, що при застосуванні підп'ятників значення показників НДС на різних структурах заднього відділу стопи були достовірно знижені в середньому на 20,0-30,0% . За результатами дослідження ми вважаємо доречним включити застосування ортопедичних устілок-підп'ятників висотою 10-20 мм до комплексу лікувальних заходів при ахіллобурситі. На нашу думку, це дозволить досягти швидкого зниження інтенсивності больового синдрому та попередити вторинні дегенеративні зміни в АС внаслідок перенавантаження.

## РОЗДІЛ 5. РЕЗУЛЬТАТИ ЛІКУВАННЯ ПАЦІЄНТІВ З АХІЛЛОБУРСИТОМ

В даному проспективному клінічному дослідженні представлено лікування 93 випадків ахіллобурситу у 71 пацієнта. У виборі тактики лікування ми використовували нами запропоновану класифікацію, що дозволяє диференційовано і раціонально підходити до вибору тактики лікування в кожному випадку захворювання. Серед загальної кількості випадків захворювання було виявлено 29 (31,1%) випадків ексудативного ахіллобурситу, 23 (24,7%) випадки проліферативного ахіллобурситу. Синдром Хаглунда був діагностований в 41 випадку захворювання (44,2%).

Всім випадкам ексудативного ахіллобурситу без супутніх змін АС було проведено консервативне лікування, яке включає стартове локальне одноразове введення у просвіт зап'яткової бурси під флюороскопічною навігацією (Рис. 5.1.1) ГКС комбінованої дії («Дипроспан», Schering-Plough Central East, Словачія), подальший прийом НПЗЗ диклофенак натрію («Діклоберл», Berlin-Chemie AG, Німеччина) в дозі 150 мг/добу (75 мг двічі на день) впродовж 3 тижнів та фізіотерапевтичне лікування (ампліпульс-терапія на литковий м'яз №10 та магнітотерапія на задній відділ стопи №10).





Рис. 5.1.1. Введення ГКС у провіт зап'яркової бурси під флюороскопічним контролем.

У 19 (82,6 %) випадках проліферативного ахіллобурситу було проведено хірургічне лікування. Під спінальної анестезією, в пронованому положенні хворого, з латерального хірургічного доступу, відступивши від латерального краю АС на 1 см (рис. 5.1.2а) була виділена (рис. 5.1.2б), а потім видалена збільшена зап'яркова bursa (рис. 5.1.2е). Слід зазначити важливість уважного відділення бурси від вентральної поверхні АС для запобігання пошкодження останнього.

У випадках синдрому Хаглунда, на відміну від втручання при проліферативному ахіллобурситі, видалення бурси було доповнено крайовою резекцією задньо-верхніх відділів п'яркової кістки, виконаної за допомогою осциляторної хірургічної пилки та долота (рис. 5.1.2в,г,д). У випадку розповсюдження деформації Хаглунда на медіальні відділи задньої поверхні п'яркової кістки резекція виконувалась завдяки застосуванню долота меншого розміру. В ході втручання приділялась особлива увага до захисту вентральної поверхні АС від маніпуляцій з інструментом (рис. 5.1.2в,г).

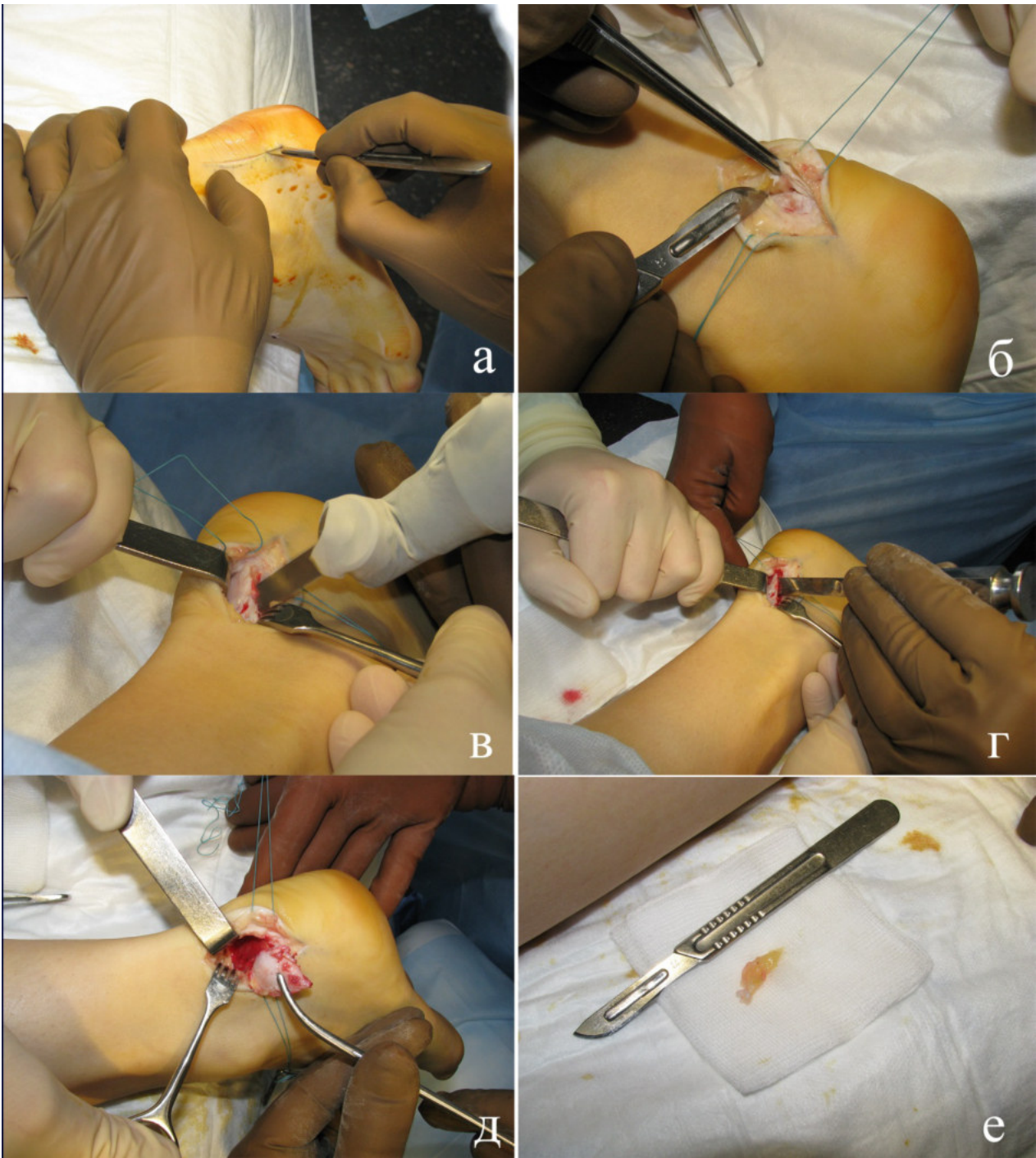


Рис.5.1.2. Етапи хірургічного втручання (пояснення в тексті).

Обсяг резекції задньо-верхніх відділів контролювався за допомогою інтраопераційної рентгенографії стопи в латеральній проекції. Рентгенограми до і після хірургічного втручання у хворого з синдромом Хаглунда представлено на рис. 5.1.3.



Рис. 5.1.3. Рентгенограми до та після хірургічного втручання у хворого з синдромом Хаглунда.

Всі випадки захворювання були розділені на дві групи, які були співставлені за віком, статтю, тривалістю і клінічним типом перебігу захворювання (рис. 5.1.5). У 47 випадках (основна група) крім основного лікування на весь термін лікування і реабілітації було рекомендовано носіння ортопедичних устілок-підп'ятників 2 см (Рис. 5.1.4).



Рис. 5.1.4. Рекомендована ортопедична устілка-підп'ятник висотою 2 см.

Хворим, яким було проведено хірургічне лікування, рекомендовано використання устілок в післяопераційному періоді, в середньому з 7-10 дня

після втручання. В інших 46 випадках (контрольна група) в комплексі лікувальних заходів ми не використовували ортопедичні устілки.

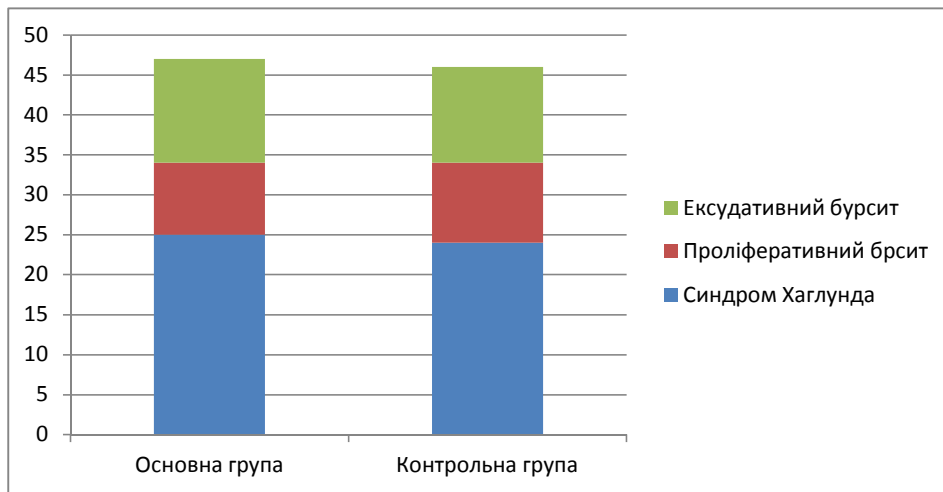


Рис. 5.1.5. Структура основної та контрольної дослідницької групи.

З метою оцінки ефективності лікування проводився аналіз динаміки інтенсивності больового синдрому. Інтенсивність больового синдрому оцінювалась за візуальною аналоговою шкалою (ВАШ) при включенні в дослідження, на 10й день, 20й день, через 1,5 та 3 місяця після початку лікування.

Зокрема, динаміка больового синдрому за ВАШ в основній групі представлена на рис. 5.1.6.

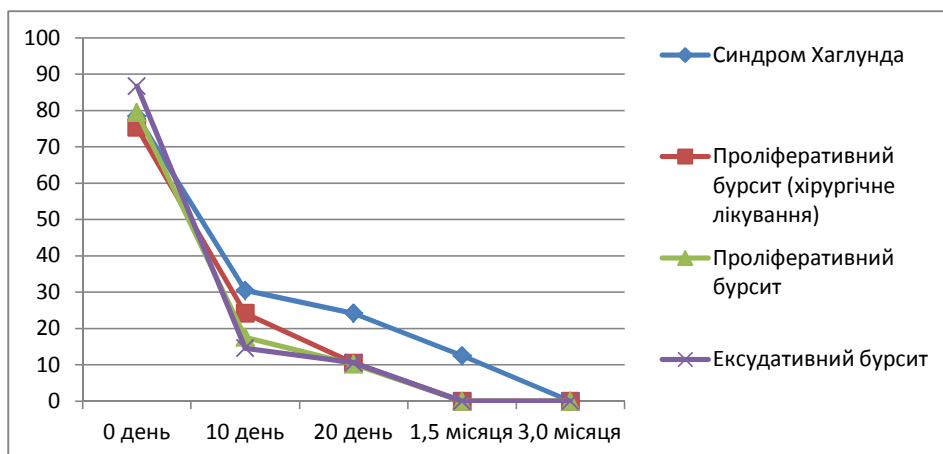


Рис. 5.1.6. Динаміка зниження больового синдрому за ВАШ в основній групі.

Динаміка больового синдрому за ВАШ в контрольній групі представлена на рис. 5.1.7.

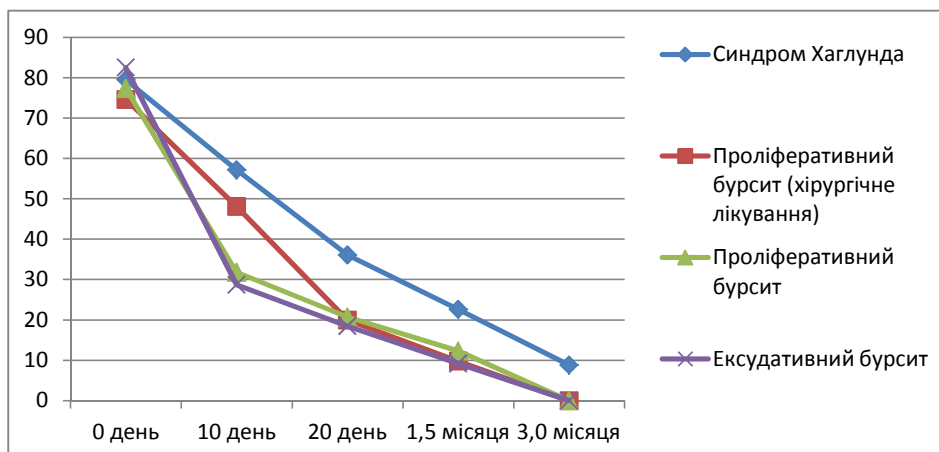


Рис. 5.1.7. Динаміка зниження больового синдрому за ВАШ в контрольній групі.

Відзначається більш швидке зниження інтенсивності больового синдрому у випадках ексудативного та проліферативного типів ахіллобурситу. Больовий синдром у хворих з синдромом Хаглунда знижався більш поступово, що пояснюється відновленням після резекції п'яткової кістки та присутністю вторинних дегенеративних змін АС. Це спостереження закономірно як для основної, так і для контрольної дослідних груп.

В обох дослідних групах з ексудативним бурситом через 10 днів після початку лікування відзначалося суттєве зниження інтенсивності больового синдрому. За шкалою ВАШ середній показник в основній групі склав  $14,6 \pm 6,3$  балів, що достовірно ( $p < 0,001$ ) нижче, ніж у контрольній групі ( $28,7 \pm 5,2$  балів). Різниця інтенсивності больового синдрому між основною і контрольною групами була менш вираженою ( $p = 0,235$ ) на 20 день ( $10,6 \pm 2,1$  балів і  $18,5 \pm 4,2$  балів відповідно). Через 1,5 місяці на відміну від основної групи хворі із контрольної групи скаржилися на почуття дискомфорту в задніх відділах стопи. Через 3 місяці після початку лікування учасники обох дослідних груп скарг не пред'являли (Рис. 5.1.8).

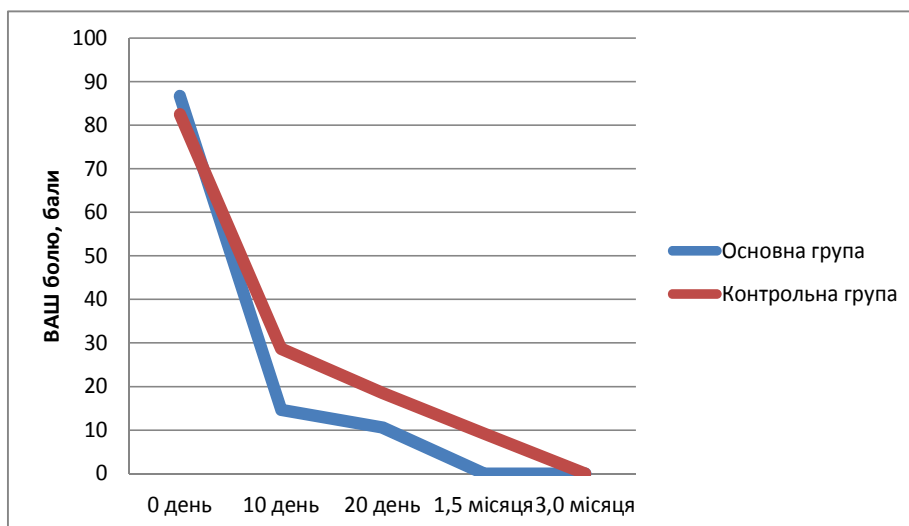


Рис. 5.1.8. Порівняння динаміки зниження больового синдрому за ВАШ при ексудативному ахіллобурситі в основній та контрольній дослідній групі.

В обох дослідних групах з проліферативним бурситом через 10 днів після початку лікування також відзначалося зниження інтенсивності больового синдрому (рис. 5.1.9). За шкалою ВАШ середній показник в основній групі склав  $17,6 \pm 4,2$  балів, що достовірно ( $p < 0,001$ ) нижче, ніж у контрольній групі ( $31,8 \pm 4,6$  балів). Різниця інтенсивності больового синдрому між основною і контрольною групами була менш вираженою ( $p = 0,226$ ) на 20 день ( $20,7 \pm 4,1$  балів і  $10,2 \pm 5,2$  балів відповідно). Проте через 1,5 місяця після початку лікування хворих із основної групи не турбував больовий синдром, на відміну від контрольної групи хворих, у яких був присутній мінімальний рівень болю.

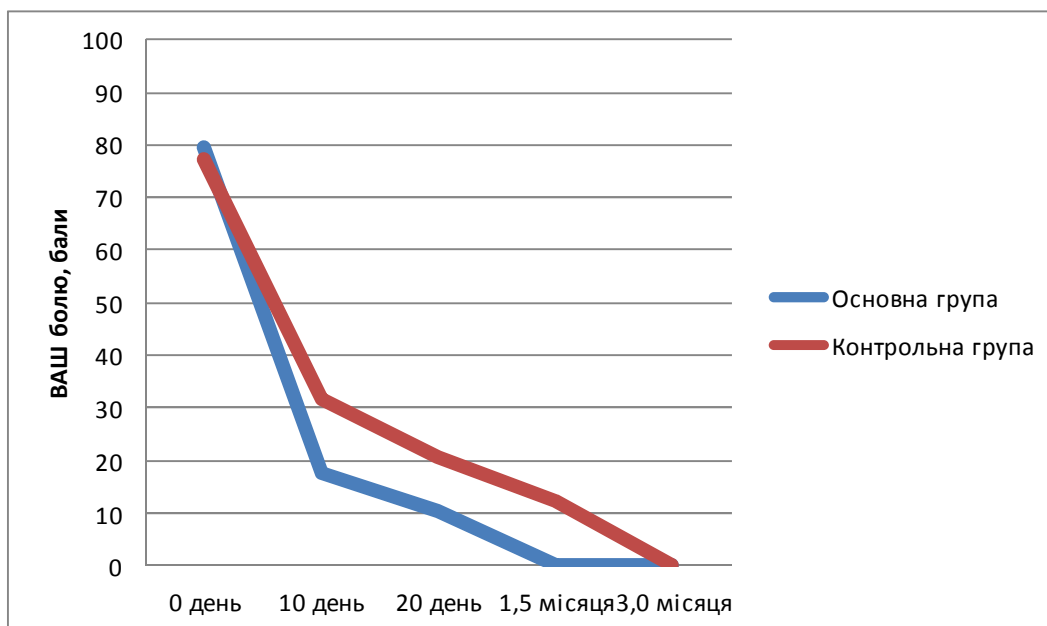


Рис. 5.1.9. Порівняння динаміки зниження больового синдрому за ВАШ при проліферативному ахіллобурситі в дослідних групах.

В випадках синдрому Хагlundа через 10 днів після початку лікування за шкалою ВАШ середній показник інтенсивності больового синдрому в основній групі склав  $30,5 \pm 6,3$  балів, що достовірно ( $p < 0,001$ ) нижче, ніж у контрольній групі ( $57,2 \pm 7,1$  балів). Значення інтенсивності больового синдрому між основною і контрольною групами на 20 день дорівнювали  $24,2 \pm 3,2$  балів і  $36,1 \pm 4,5$  балів відповідно, через 1,5 місяця –  $12,5 \pm 3,7$  балів і  $22,6 \pm 5,2$  балів відповідно. Через 3 місяці після початку лікування достовірної різниці між обома групами зафіксовано не було (Рис. 5.1.10).

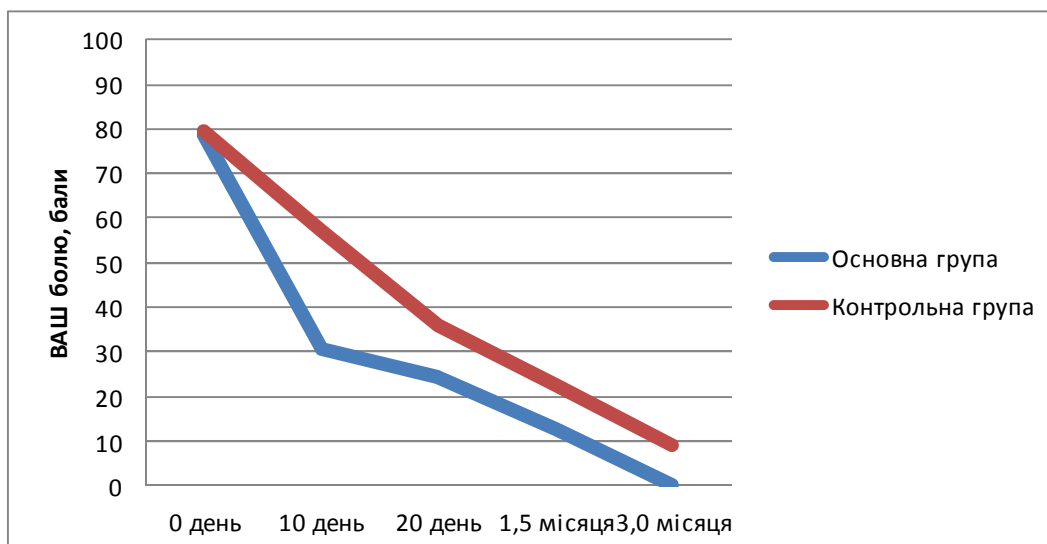


Рис. 5.1.10. Порівняння динаміки зниження больового синдрому за ВАШ при синдромі Хаглунда в основній та контрольній дослідній групі.

Результати оцінювання больового синдрому за ВАШ в основній та контрольній дослідницьких групах представлено у табл. 5.1.1. Аналізуючи дані спостерігається більш виражене зниження інтенсивності больового синдрому у хворих із основної групи, в порівнянні з контрольною групою, незалежно від типу ахіллобурситу. Тобто при застосуванні ортопедичних устілок-підп'ятників у хворих швидше знижується біль, що створює умови скорочення термінів реабілітації і швидшого повернення до нормального рівня фізичної активності. Проте, слід зауважити, що застосування устілок не впливає на довгостроковий результат (3 місяця) у пацієнтів з ексудативним і проліферативним ахіллобурситом на відміну від пацієнтів із синдромом Хаглунда.



Таблиця 5.1.1

## Середні значення больового синдрому за ВАШ в дослідних групах

Тип бурситу	Лікування	Група дослідження	Оцінка больового синдрому за ВАШ, бали				
			0 день	10 день	20 день	1,5 місяця	3,0 місяця
Ексудативний	консервативне	основна	86,7	14,6	10,6	0	0
		контрольна	82,5	28,7	18,5	9,2	0
Проліферативний (без потовщення АС)		основна	79,5	17,6	10,2	0	0
		контрольна	77,3	31,8	20,7	12,3	0
Проліферативний (з потовщенням АС)	хірургічне	основна	75,4	24,2	10,5	0	0
		контрольна	74,6	48,1	20,0	9,8	0
Синдром Хаглунда		основна	78,4	30,5	24,2	12,5	0
		контрольна	79,5	57,2	36,1	22,6	8,8

Також було визначено та проаналізовано загальний термін лікування і повної реабілітації (до зникнення клінічної симптоматики) у пацієнтів обох дослідницьких груп. Від моменту звернення до моменту повного видужання термін лікування у пацієнтів з основної групи склав в середньому  $47 \pm 13$  днів, тоді як дане значення у контрольній групі дорівнювало  $73 \pm 14$  днів. Тобто застосування в комплексі лікування пацієнтів з ахіллобурситом (незалежно від типу) індивідуальних ортопедичних устілок-підп'ятників висотою 20 мм скорочує термін реабілітації на 35,6%.

Анкетування за опитувальником The Short Form-36 в даній роботі проводилось перед початком лікування, через 1 та через 3 місяця після початку лікування.

Через 1 місяць (4 тижня) після початку лікування покращення параметрів якості життя пацієнтів з ексудативним ахіллобурситом спостерігалось по усіх шкалах SF-36. В основній групі було визначено достовірно ( $p < 0,05$ ) вищі показники сумарного фізичного (PCS - фізична активність ( $p < 0,05$ ), роль фізичних проблем в обмеженні життєдіяльності

( $p < 0,05$ ), фізичний біль ( $p < 0,05$ ), загальне сприйняття здоров'я ( $p < 0,05$ )), а також, в меншій мірі, психологічного здоров'я (MCS - роль емоційних проблем в обмеженні життєдіяльності ( $p < 0,05$ ), життєва сила ( $p < 0,05$ ), психічне здоров'я ( $p < 0,05$ ), соціальне функціонування ( $p < 0,05$ )), табл. 5.1.2.

Таблиця 5.1.2

**Показники якості життя згідно опитувача SF-36 у пацієнтів з ексудативним бурситом в динаміці лікування**

Параметри	Групи	До лікування	1 місяць	3 місяць
Фізична активність (PF)	основна	38,6±12,3	78,4±6,2	95,6±3,1
	контрольна	37,8±11,6	65,1±5,1	93,7±5,6
Роль фізичних проблем в обмеженні життєдіяльності (RP)	основна	25,0±8,3	76,4±4,2	94,5±2,1
	контрольна	24,7±9,1	59,8±4,8	93,8±5,0
Фізичний біль (BP)	основна	29,7±17,5	78,5±5,7	96,2±3,4
	контрольна	28,9±18,4	62,9±7,6	94,9±3,1
Загальне сприйняття здоров'я (GH)	основна	30,5±23,5	78,4±5,4	93,7±5,2
	контрольна	31,8±19,8	65,4±6,5	92,1±7,4
Роль емоційних проблем в обмеженні життєдіяльності (RE)	основна	56,6±8,9	72,5±5,6	80,7±10,2
	контрольна	55,3±10,2	63,8±6,5	78,9±11,2
Життєва сила (VE)	основна	52,7±9,1	71,0±4,6	78,8±8,6
	контрольна	53,8±8,9	66,4±5,3	79,2±9,2
Психічне здоров'я (MH)	основна	67,3±10,6	78,6±5,0	88,7±8,6
	контрольна	66,8±9,8	68,9±4,1	89,1±9,1
Соціальне функціонування (SF)	основна	61,9±7,8	78,9±4,1	86,2±8,7
	контрольна	62,0±8,4	67,5±5,2	85,1±9,2

Після проведеного лікування спостерігалось покращення параметрів якості життя по усіх шкалах SF-36. На відміну від контрольної групи, в основній групі було визначено достовірно ( $p < 0,05$ ) вищі показники сумарного фізичного здоров'я (PCS - фізична активність ( $p < 0,05$ ), роль фізичних проблем

в обмеженні життєдіяльності ( $p < 0,05$ ), фізичний біль ( $p < 0,05$ ), загальне сприйняття здоров'я ( $p < 0,05$ ). Показники психологічного здоров'я (MCS) достовірно не відрізнялись у пацієнтів обох груп при всіх контрольних опитуваннях, табл. 5.1.3.

Таблиця 5.1.3

**Показники якості життя згідно опитувача SF-36 у пацієнтів з проліферативним бурситом (консервативне лікування) в динаміці лікування**

Параметри	Групи	До лікування	1 місяць	3 місяць
Фізична активність (PF)	основна	42,6±13,5	79,2±9,2	92,6±7,1
	контрольна	41,9±12,4	64,0±8,6	90,7±7,6
Роль фізичних проблем в обмеженні життєдіяльності (RP)	основна	31,0±10,2	76,7±6,2	90,5±8,1
	контрольна	30,4±9,7	55,9±7,7	90,8±7,6
Фізичний біль (BP)	основна	29,7±18,6	84,5±6,7	95,4±3,2
	контрольна	29,1±19,5	63,7±8,6	94,9±3,1
Загальне сприйняття здоров'я (GH)	основна	32,7±25,7	88,5±5,7	93,7±5,2
	контрольна	31,9±20,1	75,4±7,5	92,1±7,4
Роль емоційних проблем в обмеженні життєдіяльності (RE)	основна	57,6±9,9	73,5±7,8	80,7±10,2
	контрольна	57,4±10,5	62,5±5,7	78,9±11,2
Життєва сила (VE)	основна	53,7±8,4	72,0±5,8	78,8±8,6
	контрольна	53,5±9,6	68,6±4,7	79,2±9,2
Психічне здоров'я (MH)	основна	64,6±10,1	78,9±6,3	88,7±8,6
	контрольна	65,7±9,9	72,9±5,2	89,1±9,1
Соціальне функціонування (SF)	основна	62,4±5,8	77,9±5,5	86,2±8,7
	контрольна	62,9±6,4	70,1±6,3	85,1±9,2

Після проведеного лікування хірургічного лікування у пацієнтів із проліферативним бурситом спостерігалось покращення параметрів якості життя по усіх шкалах SF-36. На відміну від контрольної групи, в основній групі

через 1 місяць після хірургічного втручання було визначено достовірно ( $p < 0,05$ ) вищі показники сумарного фізичного здоров'я (PCS - фізична активність ( $p < 0,05$ ), роль фізичних проблем в обмеженні життєдіяльності ( $p < 0,05$ ), фізичний біль ( $p < 0,05$ ), загальне сприйняття здоров'я ( $p < 0,05$ )). Проте вже на 3-му місяці спостереження різниця не відзначалася. Показники психологічного здоров'я (MCS) достовірно не відрізнялись у пацієнтів обох груп при всіх контрольних опитуваннях, табл. 5.1.4.

Таблиця 5.1.4

**Показники якості життя згідно опитувача SF-36 у пацієнтів з проліферативним бурситом (хірургічне лікування) в динаміці лікування**

Параметри	Групи	До лікування	1 місяць	3 місяць
Фізична активність (PF)	основна	45,3±10,5	84,2±7,2	93,6±4,1
	контрольна	42,0±11,4	73,0±7,4	91,7±6,6
Роль фізичних проблем в обмеженні життєдіяльності (RP)	основна	34,0±11,1	82,7±6,2	93,5±3,1
	контрольна	31,8±10,5	71,9±7,1	93,8±5,6
Фізичний біль (BP)	основна	29,4±18,7	84,5±5,7	94,6±4,5
	контрольна	28,2±19,3	73,7±6,4	91,4±3,7
Загальне сприйняття здоров'я (GH)	основна	36,6±22,6	85,5±4,7	91,7±5,3
	контрольна	32,8±20,5	74,8±6,6	93,1±7,1
Роль емоційних проблем в обмеженні життєдіяльності (RE)	основна	56,9±9,7	78,5±8,1	81,7±10,5
	контрольна	55,2±10,4	63,5±5,9	77,9±11,5
Життєва сила (VE)	основна	49,7±8,6	73,0±4,8	78,5±8,7
	контрольна	51,5±9,8	67,6±4,8	79,7±8,2
Психічне здоров'я (MH)	основна	62,6±10,2	77,9±7,3	88,3±8,5
	контрольна	66,8±9,7	75,9±5,9	87,1±8,2
Соціальне функціонування (SF)	основна	63,5±5,6	76,9±6,5	85,2±8,3
	контрольна	63,9±6,7	72,1±6,9	84,1±9,0

Після проведеного лікування спостерігалось покращення параметрів якості життя пацієнтів з синдромом Хаглунда по усіх шкалах SF-36. На відміну від контрольної групи, в основній дослідній групі було визначено достовірно ( $p < 0,05$ ) вищі показники сумарного фізичного здоров'я підчас обох контрольних спостережень (PCS - фізична активність ( $p < 0,05$ ), роль фізичних проблем в обмеженні життєдіяльності ( $p < 0,05$ ), фізичний біль ( $p < 0,05$ ), загальне сприйняття здоров'я ( $p < 0,05$ )). Показники психологічного здоров'я були вищими через 1 місяць після початку лікування в основній групі, тоді як в кінці спостереження (3 місяці) достовірної різниці зареєстровано не було, табл. 5.1.5.

Таблиця 5.1.5

**Показники якості життя згідно опитувача SF-36 у пацієнтів з синдромом Хаглунда в динаміці лікування**

Параметри	Групи	До лікування	1 місяць	3 місяць
Фізична активність (PF)	основна	35,6±20,7	77,5±9,2	90,1±3,1
	контрольна	39,8±18,5	57,7±10,1	84,2±3,7
Роль фізичних проблем в обмеженні життєдіяльності (RP)	основна	30,1±9,4	75,4±9,4	94,2±3,6
	контрольна	29,7±9,1	58,7±5,8	85,1±2,7
Фізичний біль (BP)	основна	27,1±19,8	78,5±4,9	92,5±2,6
	контрольна	29,5±17,7	67,8±5,2	83,7±4,0
Загальне сприйняття здоров'я (GH)	основна	33,9±21,8	78,4±5,4	94,1±3,2
	контрольна	31,2±18,7	66,2±5,9	86,3±2,8
Роль емоційних проблем в обмеженні життєдіяльності (RE)	основна	58,1±10,1	78,5±5,6	85,4±9,0
	контрольна	59,1±9,7	74,6±4,7	79,9±10,2
Життєва сила (VE)	основна	52,7±9,6	79,4±4,3	80,1±6,6
	контрольна	51,5±7,5	70,6±5,5	80,0±7,2
Психічне здоров'я (MH)	основна	66,6±7,4	80,5±4,2	87,7±7,6
	контрольна	65,1±9,3	72,7±6,2	88,3±7,1
Соціальне функціонування (SF)	основна	63,5±6,3	80,1±4,1	84,2±7,7
	контрольна	62,8±5,8	75,4±5,2	83,9±6,7

Оцінювання за шкалою AOFAS для визначення ефективності лікування проводилось на початку терапії та наприкінці (3 місяці). Так в основній групі з ексудативним бурситом до початку лікування пацієнти оцінювали свій стан в середньому на  $71,5 \pm 7,0$  балів, після проведеного курсу лікування –  $97,1 \pm 1,9$  балів. Значення в контрольній групі до і після лікування дорівнювали  $70,7 \pm 6,3$  балів і  $89,2 \pm 2,1$  балів відповідно.

В основній групі з проліферативним бурситом до початку лікування пацієнти оцінювали свій стан в середньому на  $70,7 \pm 5,2$  балів, після проведеного курсу лікування –  $95,6 \pm 3,5$  балів. Аналогічні значення в контрольній групі до і після лікування дорівнювали  $71,0 \pm 6,5$  балів і  $91,8 \pm 2,9$  балів відповідно. До лікування пацієнти із синдромом Хаглунда свій стан здоров'я оцінювали в  $60,5 \pm 5,6$  балів для основної групи та  $62,2 \pm 6,1$  балів для контрольної. Після проходження курсу лікування ці значення дорівнювали  $93,1 \pm 1,8$  балів та  $85,3 \pm 2,3$  балів відповідно.

Аналізуючи результати оцінювання за шкалою AOFAS (табл.5.1.6), визначається більш низька оцінка в групі з проліферативним бурситом та синдромом Хаглунда, в порівнянні з ексудативним бурситом.

Таблиця 5.1.6

### Результати лікування пацієнтів з ахіллобурситом за шкалою AOFAS

Типи бурситу	Лікування	Група дослідження	До лікування	Після лікування
Ексудативний	консервативне	основна	$71,5 \pm 7,0$	$97,1 \pm 1,9$
		контрольна	$70,7 \pm 6,3$	$96,2 \pm 2,1$
основна		$75,7 \pm 3,2$	$95,6 \pm 3,5$	
контрольна		$74,0 \pm 5,5$	$91,8 \pm 2,9$	
Проліферативний (без потовщення АС)	хірургічне	основна	$68,8 \pm 4,2$	$96,8 \pm 1,5$
Проліферативний (з потовщенням АС)		контрольна	$67,9 \pm 5,0$	$90,2 \pm 2,1$
		основна	$60,5 \pm 5,6$	$93,1 \pm 1,8$
Синдром Хаглунда		контрольна	$62,2 \pm 6,1$	$85,3 \pm 2,3$

Запропонований диференційний підхід до вибору тактики лікування дозволив достовірно ( $p < 0,005$ ) поліпшити результати за шкалою AOFAS, в порівнянні з статусом при первинному зверненні при будь-якому типі ахіллобурситу. Проте достовірної різниці між дослідними групами пацієнтів з ексудативним та проліферативним типами ахіллобурсита виявлено не було. Аналізуючи результати лікування пацієнтів з синдромом Хаглунда, ми спостерігали, що більш високий ( $p < 0,005$ ) результат в кінці лікування був досягнутий групою де використовувалися ортопедичні устілки-підп'ятники.

## АНАЛІЗ ТА УЗАГАЛЬНЕННЯ ОТРИМАНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ

У вітчизняній та зарубіжній науковій літературі дослідження, присвячені діагностиці та лікуванню захворювань ахіллового сухожилля та оточуючих структур залишаються одними з найбільш актуальних в медицині, оскільки запальні чи дегенеративні захворювання і травми цієї локалізації є надзвичайно поширеними.

Відомо, що захворювання чи безпосередньо розрив ахіллового сухожилля – це серйозна патологія опорно-рухової системи, яка в значній мірі відображається на рівні фізичної активності та професійних здібностях пацієнта [96]. Захворювання ахіллового сухожилля відносять до категорії найбільш частих серед спортсменів патологій. Відзначаючи їх широку поширеність, різні автори вказують, що вони становлять від 6,5 до 18% загального числа патологічних станів опорно-рухової системи при заняттях спортом [85]. Але, якщо раніше захворювання ахіллового сухожилля зустрічались переважно у спортсменів, то протягом останніх десятиліть відзначають зростання кількості випадків захворювання серед людей, які не займаються спортом професійно чи не займаються зовсім [103]. У дослідженнях вчених, таких як M. Astrom, M. Myerson, W. McGarvey, A. Rausing було встановлено, що у 20-24% пацієнтів, що звернулися з приводу болю в області ахіллового сухожилля було діагностовано зап'ятковий бурсит в комбінації з різними патологічними змінами цієї області: інсерційна тендопатія або екзостоз [5, 56]. Крім того, все більше і більше в матеріалах робіт, присвячених вивченню проблеми розривів ахіллового сухожилля, згадується і дегенеративно-дистрофічна теорія [107].

Також немає затверджених клінічних рекомендацій з тактики лікувально-діагностичного процесу. Зокрема, в нашій країні відсутні дані відносно ефективних методів діагностики цієї патології, не проводилось досліджень відносно аналізу чутливості, специфічності та діагностичної точності клінічних та інструментальних методів, відкритим питанням залишається вибір методики лікування хворих з ахіллобурситом. В той же час, затяжний перебіг



ахіллобурситу призводить до розвитку супутніх дегенеративних змін АС, що вимагає проведення тривалої реабілітації з використанням дорогої високотехнологічної медичної допомоги [91].

Таким чином, залишається низка невирішених проблем, пов'язаних з діагностикою та лікуванням ахіллобурситу.

Тому метою дисертаційного дослідження було удосконалити методи діагностики та лікування хворих з ахіллобурситом шляхом вивчення діагностичної точності клінічних та інструментальних тестів, розробки та вдосконалення диференційованої тактики лікування.

Робота базується на даних клінічного, рентгенологічного, магнітно-резонансного, сонографічного, а також статистико-математичного методів дослідження 71 пацієнта з ахіллобурситом (93 випадки захворювання). Також методом математичних розрахунків та комп'ютерного моделювання було досліджено значення напружено-деформованого стану структур заднього відділу стопи при різних типах ахіллобурситу.

На першому етапі дослідження вивчали локалізацію патологічного процесу, гендерний розподіл даної патології, характеристику звернень, причини пізньої діагностики, частоту травмуючих факторів, які могли бути причиною розвитку ахіллобурситу, а також аналізували чутливість та специфічність клінічних тестів та критеріїв інструментальних методів діагностики.

Згідно отриманих результатів, ахіллобурсит діагностований як правобічний у 30 хворих (42,2%), лівобічний – у 19 пацієнтів (26,8%) та двосторонній – у 22 пацієнтів (31,0%). В роботу було включено 52 хворих жіночої статі (73,3%) та 19 пацієнтів чоловічої статі (26,7%). Тому співвідношення склало 1:2,7 на користь жіночої статі.

З числа звернень первинними були 30 (32,3%) випадків, в той час як 63 (67,7%) проходили попереднє лікування в інших лікувальних установах з приводу больового синдрому в задніх відділах стопи. Співвідношення пацієнтів за характером звернення в лікувальну установу склало 1:2 з переважанням кількості повторних звернень.

Несвоєчасна діагностика та неадекватне лікування даної патології призводить до хронізації та розвитку важких ускладнень в майбутньому [14, 33, 40]. Як правило, при цьому синдромі часто виставляють інші діагнози, такі як: пошкодження АС, п'яtkова шпора, тендиніт АС та ін., пропускаючи ахіллобурсит. Це призводить до помилкової тактики лікування.

В ході дослідження визначено, що основна причина пізнього звернення серед пацієнтів була хибна діагностика заднього п'яtkового ентезофіту (27 випадків, 42,8 %), розтягнення АС (16 випадків, 25,4 %) та тендінопатії/тендиніту АС (14 випадків, 22,2 %). Лише у 6 випадках (9,6 %) був виставлений правильний діагноз.

Вказані факти свідчать про недостатню обізнаність широкого кола ортопедів-травматологів про дану патологію.

Впродовж нашої роботи виявлено, що ахіллобурсит часто поєднується з тендінопатією ахіллового сухожилля (68,8%) та синдромом заднього п'яtkового ентезофіту (30,1%).

З аналізу причин ахіллобурситу серед пацієнтів було встановлено, що в 55,9% випадків захворюванню передували заняття спортом, в 29,1% випадків хворі відмічали підвищене навантаження в анамнезі. Травму відмічали лише в 15,0% випадків.

В представленій дисертації аналіз стандартизованих показників якості життя за опитувальнимком SF-36 показав, що загальний стан здоров'я пацієнтів з ахіллобурситом оцінювався нижче середнього ( $p < 0,05$ ), для хворих були характерні нижчі показники шкал фізичного функціонування ( $p < 0,05$ ), соціальної активності і життєздатності ( $p < 0,05$ ).

В роботі, що проведена нами, хворі чоловічої статі мали кращі показники якості життя по шкалах опитувальника SF-36, в порівнянні з пацієнтами жіночої статі ( $p < 0,05$ ) за показниками фізичного ( $p < 0,05$ ) та рольового фізичного функціонування ( $p < 0,05$ ). Серед чоловіків больовий синдром вірогідно менше погіршував якість життя ( $p < 0,05$ ), а психічне здоров'я відзначалося вищими значеннями відносно жінок ( $p < 0,05$ ).

В літературі вказується, що основним симптомом ахіллобурситу є біль по задній поверхні стопи. При згинанні надп'яtkово-гомiлkового суглоба характерне наростання больового синдрому [103]. В нашому дослідженні наявність болю задньої локалізації було наділено високою чутливістю (92,4%) та низькою специфічністю (37,5%), діагностичною точністю - 75,9% та високою частотою хибно-позитивного результату (62,5%).

Діагностична чутливість наявності гіперемії у власному дослідженні була невисокою і склала 25,8% з високою вірогідністю хибно-негативного результату (74,2%). Діагностична точність наявності деформації в ділянці п'яtkового горба була невисокою та склала 30,8% з високою частотою хибно-позитивного (85,0%) та хибно-негативного (62,3%) результатів. Показники чутливості та специфічності мали низькі значення – 37,6% та 15,0 % відповідно. Також нами доведено, що важливими клініко-діагностичними ознаками при ахіллобурситі є наявність навколосухожильного набрякового синдрому в проекції зап'яtkової бурси (чутливість – 65,6%, специфічність – 100,0%, діагностична точність – 76,0%) та наявності функціональних розладів – обмеження дорсальної флексії стопи (чутливість тесту – 83,8%, специфічність – 27,5%). Крім того діагностична значимість останньої ознаки підтверджується низькою вірогідністю хибно-позитивного (4,0%) та хибно-негативного (2,0%) результатів.

Важливою клінічною ознакою в нашій роботі, що підтверджує ахіллобурсит був позитивний тест здавлювання бурси (чутливість тесту - 96,7%, специфічність – 95,0%, діагностична точність – 96,2%). Діагностична значимість цієї ознаки підтверджується низькою вірогідністю хибно-позитивного (5,0%) та хибно-негативного (3,2%) результатів.

Другий етап роботи був присвячений аналізу діагностичної цінності інструментальних методів дослідження при ахіллобурситі, метою якого було вдосконалити діагностику шляхом визначення ключових діагностичних критеріїв.

В нашому дослідженні рентгенологічно ми обстежували всіх пацієнтів. Під час рентгенографії ми звертали увагу на наявність затемнення зап'яткового карману, значення індексу Y. Tourné (ступінь вираженості задньо-верхніх відділів п'яtkової кістки) та наявність ознак дегенеративних змін (потовщення, кальцинати) АС в проекції бурси. Досить високу діагностичну точність має наявність затемнення зап'яткового карману - 82,7% при чутливості 78,5% та специфічності 92,5%. Критерій має високу прогностичну цінність позитивного результату (96,0%) та низьку частоту хибно-позитивного результату (7,5%). Проте слід зауважити, що через складність візуалізації м'якотканинних структур таких, як зап'яtkова bursa, затемнення зап'яткового карману достовірно верифіковано у 73 випадках (78,5%) захворювання. Варто зазначити, що відсутність затемнення зап'яткового рецесусу внаслідок збільшеної м'якотканинної бурси швидше свідчить не про негативний результат, а про труднощі візуалізації і оцінки даного структурного елементу методом рентгенографії. Наступний критерій, значення індексу Y. Tourné, дозволяє визначити ступінь вираженості задньо-верхніх відділів п'яtkової кістки, що є важливим етіопатогенетичним фактором ахіллобурситу та його окремого типу – синдрому Хагlundа. Оскільки вимірювання індексу Y. Tourné характеризує саме збільшення задньо-верхніх відділів п'яtkової кістки, то застосування його в діагностиці ізольованого зап'яткового бурситу не є коректно. Тому даний критерій ми оцінювали, порівнюючи результати тесту між хворими з синдромом Хагlundа та хворими з ізольованим зап'яtkовим бурситом. Патологічні значення цього індексу були зафіксовані у 41 випадку (44,1%). В діагностиці ахіллобурситу даний критерій має помірну діагностичну точність (60,9%), низьку чутливість (44,1%), проте має максимальні (100,0%) специфічність і прогностичну цінність позитивного результату. Отримані дані вказують на той факт, що збільшення задньо-верхніх відділів п'яtkової кістки не є єдиним етіопатогенетичним фактором ахіллобурситу. Встановлено, що у 52 випадках (55,9%) мав місце ізольований ахіллобурсит без синдрому Хагlundа. Проте слід зауважити, що цей критерій не дає хибно-позитивний

результат та високоспецифічний до окремого типу ахіллобурситу – синдрому Хагlundа. Наявність заднього п'яtkового ентезофіта було виявлено в 30,1% випадків, наявність інтрасухожильних кальцинатів в 22,5%, локальне потовщення АС в 16,1% випадків.

На сьогоднішній момент МРТ вважається кращим методом діагностики патології АС. МРТ є більш прийнятним, ніж комп'ютерна томографія, оскільки краще візуалізує м'які тканини, має високу розподільчу здатність, відсутнє променеве навантаження.

Досліджуючи хворих з ахіллобурситом, ми виявили 2 морфологічних типи патологічно зміненої зап'яtkової бурси. В більшості випадків (51 випадок, 54,8%) було зафіксовано виражене збільшення зап'яtkової бурси за рахунок підвищеної кількості гіпоехогенного вмісту; в 45,2% (42 випадки) було виявлено менш виражене збільшення за рахунок потовщення синовіальної оболонки бурси. В нашій роботі специфічність обох вищенаведених МРТ-критеріїв була максимально висока (100,0%) з відсутністю хибно-позитивного результату. Наявність заднього п'яtkового ентезофіту було виявлено в 30,1% випадків, наявність інтрасухожильних кальцинатів в 55,9%, локальне потовщення АС в 73,1% випадків.

В даній роботі ми також досліджували діагностичну точність сонографічних критеріїв. Так збільшену в розмірах зап'яtkову бурсу було виявлено в 42 випадках захворювання, чутливість при цьому становила 45,1%, специфічність 100,0%, діагностична точність 61,6%. Потовщення синовіальної оболонки бурси при сонографії спостерігалось у 36 випадках, чутливість при цьому становила 38,7%, специфічність 100,0%, діагностична точність 57,1%. Серед допоміжних прогностичних ознак захворювання було діагностовано локальне потовщення АС в 60,0% випадків, наявність інтрасухожильних кальцинатів у 48,4% випадків, задній п'яtkовий ентезофіт достовірно візуалізувався у 19,3% випадків.

Досліджуючи перераховані вище діагностичні критерії, ми виявили певні взаємозв'язки. Так 64,0 % (41 із 64) випадків потовщення АС припали на

збільшення задньо-верхніх відділів п'яtkової кістки (індекс Y. Tourné менше 2,5). Тобто, всі (100,0 %) випадки наявної деформації Хагlundа супроводжувалися потовщенням сухожилля. Це вказує на наявність супутніх патологічних змін в АС при збільшених задньо-верхніх відділах п'яtkової кістки. У разі виявлення перерахованих вище ознак у комбінації зі збільшенням синовіальної бурси можна стверджувати про наявність у пацієнта синдрому Хагlundа.

Також було виявлено зв'язок між наявністю потовщення синовіальної оболонки зап'яtkової бурси і потовщенням АС: в 19 з 23 (82,6 %) випадків потовщення синовіальної оболонки зап'яtkової бурси було зафіксовано потовщення АС. Це підтверджує гіпотезу про певну кореляцію між тривалістю захворювання на зап'яtkовий бурсит і вторинними дегенеративними змінами самого ахіллового сухожилля. Також цей факт дозволяє говорити про велику важливість патологічно зміненої бурси і її вплив на навколишні структури. Отримані результати підводять до питання про зміну парадигми про ключовий вплив деформації Хагlundа на розвиток патологічних змін АС на користь зап'яtkової бурси.

За нашими даними лише в 4 з 29 (13,8 %) випадків збільшення за рахунок рідини зап'яtkової синовіальної бурси спостерігається збільшення передньо-заднього розміру АС.

Проблема діагностики ахіллобурситу стоїть не стільки у виборі методу діагностики або у відсутності достовірних діагностичних критеріїв, скільки в необхідності серед усіх критеріїв виділити основні, прогностичні – тобто ті, що визначають подальшу лікувальну тактику.

На основі всіх отриманих результатів, ми виділили такі ключові діагностичні критерії: індекс Y. Tourné, наявність потовщеної / ущільненої синовіальної оболонки зап'яtkової бурси або збільшення розмірів зап'яtkової бурси за рахунок підвищеної кількості рідини в порожнині сумки та потовщення АС в ділянці 2-6 см від ентезису. На відміну від інших клініко-

інструментальних діагностичних критеріїв ахіллобурситу перераховані вище ознаки, на наш погляд, впливають на вибір подальшої тактики лікування.

Підсумовуючи, можна стверджувати, що завдяки сучасним методикам діагностики, таким як сонографія і МРТ, можливо достовірно верифікувати ахіллобурсит у пацієнта. Але варто зауважити, що використання тільки одного з інструментальних методів не дозволяє мати повну цілісну картину захворювання і його патологічного впливу на навколишні структури. При використанні тільки УЗД і МРТ дослідження не надається можливості широко оцінити кісткові структури, наприклад, вираженість задньо-верхніх відділів п'яткової кістки, які є важливим патогенетичним предиктором захворювання. З іншої сторони нехтування або відмова від УЗД та МРТ не дозволяє диференціювати типи ахіллобурситу і, що головне, виявити наявність вторинних змін самого АС. Тільки оцінюючи патологічні зміни і в м'якотканних структурах (синовіальна bursa, АС) і кісткових (п'яткова кістка, кальцинати), є можливість дійсно достовірно судити про патологічний процес і підходити до вибору тактики лікування найбільш доцільно. На нашу думку, саме використання рентгенографії в комбінації з сонографією або МРТ дозволить підвищити ефективність діагностики ахіллобурситу. Проведена нами систематизація та аналіз діагностичної цінності цих критеріїв дозволяє оптимізувати лікувально-діагностичний процес у хворих з ахіллобурситом.

Проводячи науковий пошук серед літературних джерел, присвячених проблемі болю в задніх відділах стопи, ми виявили кілька публікацій, які вказують на наявність супутніх змін АС у хворих з зап'ятковим бурситом. Так Karjalainen, P. T., Soila, K. та ін. [35] в своєму дослідженні 118 симптоматичних АС методом магнітно-резонансної томографії діагностували в 19 % випадків збільшену зап'яткову бурсу. Також було встановлено, що у 15 з 18 випадків інсерційної тендопатії був виявлений зап'ятковий бурсит. Todd A. Irwin в своєму дослідженні [33] також вказує на зв'язок між запальними процесами в синовіальних bursaх, оточуючих АС, та дегенеративними змінами самого сухожилля. В ході ретроспективного дослідження [4] 176 пацієнтів з

інсерційною ахіллотендопатією Håkan Alfredson і Christoph Spang виявили, що у 74% пацієнтів було також діагностовано поверхневий і зап'ятковий бурсити, а також синдром Хаглунда. Тому, ґрунтуючись на попередніх дослідженнях, можна говорити про те, що зв'язок між ЗБ або синдромом Haglund'a і тендопатією АС, якщо не очевидний, що дуже ймовірний і вимагає подальшого вивчення.

Виходячи з цього, завданням третього етапу нашої дисертаційної роботи було виявлення зв'язку між патологічним процесом при ахіллобурситі та оточуючими структурами (ахіллове сухожилля, п'ятова кістка). Методом дослідження було визначення значень напружено-деформованого стану структур заднього відділу стопи у різних біомеханічних умовах. Були проведені математичні розрахунки сили натягу ікроножного м'яза та ахіллового сухожилля при стоянні, в акті ходи та в різних біомеханічних умовах – при змінах анатомо-фізіологічних властивостей зап'яткової бурси та при застосуванні ортопедичних устілок-підп'ятників різної висоти. Далі були створені імітаційні 3-D моделі стопи - інтактна модель, модель з зап'ятковим бурситом та модель із синдромом Хаглунда. Максимальні показники НДС оцінювали на різних елементах моделей (АС, зап'ятова bursa, п'ятковий горб, литковий м'яз) у нейтральному положенні надп'яtkово-гомiлкового суглоба, в положенні підшовної флексії  $-10^\circ$  та тильної флексії  $+10^\circ$ .

Визначено, що у нейтральному положенні надп'яtkово-гомiлкового суглобу максимальні значення напруження на АС були на 10,0% більше в моделі із синдромом Хаглунда та на 20,0% менше в моделі із зап'ятковим бурситом в порівнянні з інтактною моделлю. Проте, напруження на зап'ятковій бурсі були вищими на 67,7% у моделі з бурситом та на 60,3% у моделі із синдромом Хаглунда. Значення напружень на п'яtkовому горбі у моделі із зап'ятковим бурситом на 13,2 % більші, а у моделі з синдромом Хаглунда на 46,5 % більші, ніж в інтактній моделі.

В положенні тильної флексії реєструвалися максимальні значення показників НДС на всіх анатомічних структурах досліджуваних комп'ютерних



моделей. Так найвищі значення напруження моделі були локалізовані саме на ахілловому сухожиллі. В моделі з бурситом результати були більшими на 10,1%, в порівнянні з інтактною моделлю, тоді як в моделі із синдромом Хаглунда вони були більше на 68,6%. В ході дослідження було визначено, що максимальні значення загальних переміщень реєструвалися на литковому м'язі і в моделях із бурситом та синдромом Хаглунда були більшими відповідно на 26,6% та 67,1%, в порівнянні з інтактною моделлю. Також в положенні тильної флексії було встановлено значне збільшення напруження на збільшеній зап'яткової бурсі. В моделі із бурситом ці значення були більшими на 126,6%, а в моделі із синдромом Хаглунда на 121,8%, ніж в інтактній моделі. Найвищі значення напруження досліджувані на п'яткової кістці були сконцентровані в її задньо-верхніх відділах. І якщо в моделі з бурситом напруження було більше на 29,1%, ніж в інтактній моделі, то в моделі з синдромом Хаглунда напруження було значно вищим - на 120,1% більше, ніж в інтактній моделі.

В положенні підшовної флексії показники НДС структур заднього відділу стопи в досліджуваних моделях були нижчими, в порівнянні з показниками в нейтральному положенні, або в положенні тильної флексії стопи. Це зумовлене як зменшенням сили натягу АС, так і «розкриттям», збільшенням в розмірах зап'яткового рецессусу, зіскользування в нього язичків жирового тіла Кагера та відсутність імпінджменту зап'яткової синовіальної бурси. Напруження на АС в моделі з бурситом було на 16,8%, в порівнянні з інтактною моделлю. В моделі із синдромом Хаглунда цей показник був на 38,1% вищий, ніж в інтактній моделі. Досліджуючи значення напружень на зап'яткової бурсі було встановлено, що напруження були вищими на 40,4% у моделі з бурситом та на 56,3% у моделі із синдромом Хаглунда, в порівнянні з інтактною моделлю.

В ході даного етапу біомеханічного дослідження було визначено, що при зап'ятковому бурситі та синдромі Хаглунда концентрується та достовірно збільшується навантаження на АС та п'ятковому горбі, що пояснює розвиток вторинних змін сухожилля та п'яткової кістки у хворих з ахіллобурситом.

Також доведено, що при синдромі Хаглунда має місце перенавантаження литкового м'яза у всьому діапазоні рухів надп'яtkово-гомiлкового суглоба. Встановлено, що в нормі максимальне напруження на п'яtkові кістки було локалізовано більше на її задній поверхні - на передній поверхні зап'яtkового рецесусу, тоді як при ахіллобурситі максимальне напруження реєструвалось саме на верхній поверхні задніх відділів п'яtkової кістки. Ми вважаємо, що при ахіллобурситі формування, так званої, «деформації Хаглунда» - збільшених задньо-верхніх відділів п'яtkової кістки можливе як пристосувальна реакція організму на локальне перенавантаження цієї анатомічної ділянки збільшеною зап'яtkовою бурсою. В нормі реактивні репаративні процеси мають адаптивний характер з нормальними фізіологічними (зворотніми) реакціями. Проте при патологічних змінах вони досягатимуть рівня пристосувальних процесів з порушенням структури.

Дослідження динаміки показників НДС структур заднього відділу стопи в акті ходи та стоянні в умовах різних властивостей зап'яtkової бурси (у діапазоні зменшення значення модулю Юнга на 50%, що імітує ексудативний процес та збільшення значення модулю Юнга на 50%, що імітує проліферативний процес) встановило, що зростання показників напружень на бурсі на 23,2% та контактних напружень на АС в ділянці інсерції на 5,6% при проліферативному процесі можуть мати вплив на розвиток або прогресування патологічних станів як в самої бурси, так і в АС. Ми вважаємо, що перехід в положення одноопорного стояння, збільшення навантаження на литковий м'яз під час швидкої ходи та бігу, внаслідок динамічного навантаження вищезазначених ділянок, може очікувано суттєво збільшувати напруження, як на самій проліферативно зміненій бурсі з подальшим формуванням синдрому Хаглунда, так і на АС з формуванням тендінопатії та тендиніту.

В ході дослідження динаміки зміни напруження на АС та зап'яtkовій бурсі при застосуванні ортопедичних устілок-підп'ятників з допомогою комп'ютерного моделювання було визначено, що при застосуванні підп'ятників висотою 1-2 см значення показників НДС на різних структурах заднього відділу

стопи були достовірно знижені відповідно на 20,0-30,0% від максимальних для досліджуваного положення стопи.

Ми вважаємо, що дослідження біомеханічних взаємозв'язків між структурами заднього відділу стопи в нормі і при захворюванні дозволяє не тільки ширше поглянути на фізіологію патологічного процесу, а й визначити ключові фактори патогенезу, впливаючи на які можна підвищити ефективність лікування пацієнтів.

За допомогою математичних розрахунків та сучасних технологій комп'ютерного моделювання в ході даного дисертаційного дослідження нами було з великою точністю прораховано різні біомеханічні показники, не вдаючись до тривалого і витратного, а часом і утрудненого, натурного експерименту.

На підставі результатів проведених досліджень була розроблений алгоритм діагностики та диференційований підхід до вибору тактики лікування. Так всі випадки ахіллобурситу були розділені на три умовних типи. «Ексудативний» тип, при якому спостерігалася збільшена в розмірах зап'яткова bursa з гіпоехогенним вмістом при відсутності змін з боку п'яткової кістки і АС, ми рекомендуємо лікувати консервативно. Старт терапії ми рекомендуємо проводити з одноразового локального (у просвіт бурси) введення глюкокортикостероїдів виключно під ультразвуковою або рентгеноскопічною навігацією. Надалі ми рекомендуємо прийом НПЗЗ (диклофенак натрію, 150 мг/добу) протягом 3 тижнів, магнітотерапія на п'ятковий бугор №10, ампліпульс терапія на литковий м'яз №10.

Умовно "проліферативний" тип характеризується потовщенням (гіпертрофією) синовіальної оболонки зап'яткової бурси, відсутністю збільшення задньо-верхніх відділів п'яткової кістки (індекс Y. Tourné більше 2,5) і непостійним, але можливим, локальним потовщенням АС. Залежно від відсутності або наявності змін (потовщення, ділянки кальцифікації) прилеглої до бурси частини сухожилля, обирається відповідно консервативна або хірургічна тактика лікування. При цьому на відміну від ексудативного типу

бурситу, в даному випадку при консервативній тактиці призначається прийом НПЗЗ на більш тривалий термін і не виконуються локальне введення глюкокортикостероїдів через складність точного введення в ущільнену бурсу і ризику розвитку вторинних післяін'єкційних дегенеративних змін. Хірургічне лікування полягає в резекції ущільненої, дегенеративно зміненої зап'яткової бурси. При неефективності консервативного лікування виконується хірургічне втручання в указаному об'ємі.

У разі наявності у пацієнта збільшення задньо-верхніх відділів п'яткової кістки (індекс Y. Tourné менше 2,5), ознак зап'яткового бурситу і тендопатії АС встановлювався діагноз синдром Хаглунда. Беручи до уваги, за повідомленнями інших авторів, досить низьку ефективність консервативної терапії і ризик розвитку вторинних змін АС (за результатами комп'ютерного моделювання в нашій роботі) ми рекомендуємо виконувати хірургічне втручання в обсязі резекції т.зв. "деформації Хаглунда" і видалення зап'яткової бурси. Ми не рекомендуємо використовувати локальні ін'єкції ГКС при синдромі Хаглунда, зважаючи на значний ризик посилення дегенеративних змін сухожилля. Також при синдромі Хаглунда на перший план в якості основного патогенетичного фактора виходить збільшення задньо-верхніх відділів п'яткової кістки, а не власне зміни в бурсі.

Всього з 93 випадків захворювання, описаних в нашій дисертаційній роботі з ексудативним типом було досліджено 29 випадків (31,1%), з проліферативним типом – 23 випадки (24,7%), з синдромом Хаглунда – 41 випадок (44,1%).

Також в ході дослідження всі випадки захворювання були розділені на дві групи, співставлені за віком і типом бурситу. В основній групі на додаток до вищеописаного лікування використовувалися ортопедичні устілки-підп'ятники заввишки 2 см. У контрольній групі виконувалася лише основна терапія.

Оцінка результатів лікування проводилася перед початком лікування, впродовж та після лікування за ВАШ болю, за шкалою якості життя SF-36 та шкалою AOFAS, адаптованої до патології структур заднього відділу стопи.

В нашій роботі було встановлено вірогідне зменшення больового синдрому за ВАШ в обох дослідницьких групах ( $p < 0,05$ ), з більш суттєвим зменшенням показників ВАШ у хворих, де додатково застосовувались ортопедичні устілки-підп'ятники ( $p_1 < 0,05$ ). Проте достовірна різниця між дослідними групами хворих з ексудативним та проліферативним типами ахіллобурситу спостерігалась тільки в короткострокових термінах (до 1,5 місяця) після початку лікування, через 3 місяць достовірної різниці в рівні інтенсивності больового синдрому ми не спостерігали. На відміну від перших двох типів ахіллобурситу, у хворих з синдромом Хаглунда динаміка зниження больового синдрому була меншою, що пояснюється необхідністю у відновленні самого АС внаслідок вторинної тендінопатії. Проте ми спостерігали достовірно меншу вираженість болю у хворих основної групи протягом більш довшого терміну (більше 1,5 місяця).

В нашій роботі був досліджений вплив застосування індивідуальних ортопедичних устілок-підп'ятників 20 мм на скорочення терміну реабілітації. Так від моменту звернення до моменту повного видужання термін лікування у пацієнтів з основної групи склав в середньому  $47 \pm 13$  днів, тоді як дане значення у контрольній групі дорівнювало  $73 \pm 14$  днів. Тобто застосування в комплексі лікування пацієнтів з ахіллобурситом (незалежно від типу) індивідуальних ортопедичних устілок-підп'ятників висотою 20 мм скорочує термін реабілітації на 35,6%.

Покращення параметрів якості життя спостерігалось по усіх шкалах SF-36, за показниками сумарного фізичного та психологічного здоров'я ( $p < 0,05$ ). В той же час, додаткове застосування ортопедичних устілок-підп'ятників було достовірно ( $p < 0,05$ ) більш ефективним відносно фізичного компоненту здоров'я, незалежно від типу бурситу. Різниці між показниками психологічного компоненту здоров'я між дослідними групами ми не спостерігали. Проте, слід заважити, що на психологічне здоров'я хворих мають вплив не тільки наявність досліджуваної патології, але і інші чинники (інші медичні, психологічні, соціальні та ін.).

Запропонований диференційний підхід до вибору тактики лікування дозволив достовірно ( $p < 0,005$ ) поліпшити результати за шкалою AOFAS, в порівнянні з статусом при первинному зверненні при будь-якому типі ахіллобурситу. Проте достовірної різниці між дослідними групами хворих з ексудативним та проліферативним типами ахіллобурсита виявлено не було. Аналізуючи результати хворих з синдромом Хаглунда, ми спостерігали, що більш високий ( $p < 0,005$ ) результат в кінці лікування був досягнутий групою де використовувалися ортопедичні устілки-підп'ятники.

Підсумовуючи можна зазначити, що запропонована робоча класифікація ахіллобурситу і диференційний підхід у виборі тактики лікування дозволяє істотно полегшити перебіг захворювання і значно покращити лікувально-діагностичний процес у хворих з ахіллобурситом. А використання в процесі лікування ортопедичних устілок-підп'ятників висотою до 20 мм дозволяє досягти достовірно більш високих показників фізичної активності, ефективного зниження больового синдрому та скорочення терміну реабілітації при ахіллобурситі.

## ВИСНОВКИ

В дослідженні вирішено актуальне завдання травматології - покращення результатів лікування пацієнтів з зап'ятковим ахіллобурситом шляхом вдосконалення діагностики та впровадження етіопатогенетично обґрунтованого підходу до лікування. Отримані в процесі дослідження результати дозволили зробити наступні висновки:

1. Встановлено більшу поширеність патології серед людей віком від 19 до 35 років, більше серед жінок (73,3%), а ніж чоловіків (26,7%). Визначено поступове зростання клінічної симптоматики в 73,1% випадків, що призводить до великої (77,4%) частоти пізнього виявлення. Також визначена більша частота правобічної локалізації (42,2%), порівняно з лівобічною (26,8%) та двосторонньою (31,0%). Досліджено, що основними причинами пізнього звернення серед пацієнтів є помилкова діагностика заднього п'яtkового ентезофіту (42,8 %), розтягнення АС (25,4 %) та тендінопатії/тендиніту АС (22,2 %). Лише у 6 випадках (9,6 %) був встановлений правильний діагноз. Встановлено, що в 55,9% випадків захворюванню передували заняття спортом, в 29,1% випадків – підвищене навантаження в анамнезі та в 15,0% випадків – травма.

2. Досліджено, що загальний стан здоров'я пацієнтів із ахіллобурситом за шкалою SF-36 є нижче середнього ( $p < 0,05$ ), в тому числі за шкалами фізичного функціонування ( $p < 0,05$ ), соціальної активності і життєздатності ( $p < 0,05$ ). Гендерною особливістю є кращі показники якості життя по шкалах опитувальника SF-36 у чоловіків ( $p < 0,05$ ) як за показниками фізичного ( $p < 0,05$ ) та рольового фізичного функціонування ( $p < 0,05$ ), так і вищими значеннями психічного здоров'я ( $p < 0,05$ ).

3. Визначено високий рівень діагностичної точності для тесту здавлювання зап'яткової бурси (діагностична точність – 96,2%), набряку з двох сторін від АС в проекції зап'яткової бурси (76,0%), для больового синдрому в проекції бурси (75,9%). Встановлено низький рівень діагностичної точності гіперемії (36,8%),

обмеження тильної флексії в надп'яtkово-гомiлковому суглобі (36,8%) та деформації в ділянці п'яtkового горба (30,8%).

4. Визначено високий рівень діагностичної точності рентгенографічних критеріїв ахіллобурситу для індексу Y. Tourné (діагностична точність 60,9%) та для наявності затемнення зап'яtkового рецесусу (82,7%). Діагностичну точність критеріїв при МРТ дослідженні визначено для збільшення розмірів зап'яtkової бурси з вмістом ексудату в порожнині бурси (77,4%) та для наявності потовщення синовіальної оболонки зап'яtkової бурси (72,6%). Високі значення діагностичної точності сонографічних критеріїв визначено для збільшення розмірів зап'яtkової бурси з вмістом ексудату (61,6%) та потовщення синовіальної оболонки зап'яtkової бурси (57,1%).

5. За результатами комп'ютерного моделювання доведено, що при зап'яtkовому бурситі та синдромі Хагlundа концентрується та достовірно збільшується напруження на АС, п'яtkовому горбі та литковому м'язі у всьому діапазоні рухів надп'яtkово-гомiлкового суглоба. Досліджені особливості перерозподілу напружень на п'яtkовій кістці при різних типах ахіллобурситу. Встановлено зростання показників напружень на бурсі на 23,2% та контактних напружень на АС в ділянці інсерції на 5,6% при проліферативному ахіллобурситі. Біомеханічно досліджено, що при застосуванні ортопедичних устілок-підп'ятників висотою 10-20 мм значення показників НДС на різних структурах заднього відділу стопи були достовірно знижені, в середньому на 20,0-30,0% відповідно, від максимальних для досліджуваного положення стопи.

6. На підставі результатів проведених досліджень розроблено та впроваджено алгоритм діагностики та лікування ахіллобурситу. Всі випадки ахіллобурситу розділені на три типа: ексудативний, проліферативний та синдром Хагlundа. Для кожного типу розроблена окрема тактика лікування.

7. Доведено, що запропонована диференційна тактика лікування сприяє достовірному зменшенню больового синдрому ( $p < 0,05$ ) за шкалою ВАШ та покращенню параметрів якості життя SF-36 за показниками сумарного фізичного та психологічного здоров'я ( $p < 0,05$ ). Встановлено, що використання



в процесі лікування ортопедичних устілок-підп'ятників висотою 2 см дозволяє досягти достовірно більш високих показників фізичної активності ( $p < 0,05$ ), більш ефективного зниження больового синдрому ( $p < 0,05$ ) за шкалою ВАШ та скорочення терміну реабілітації на 35,6% при різних типах ахіллобурситу. Досліджено, що застосування запропонованих устілок у хворих з синдромом Хагlundа достовірно підвищує довгострокові (3 місяця) результати за шкалою AOFAS.

## ПРАКТИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

1. При хронічному больовому синдромі та травмах заднього відділу стопи алгоритм диференційної діагностики повинен передбачати обов'язкове виключення ахіллобурситу із застосуванням клінічного та інструментальних методів дослідження.
2. Протокол клінічного обстеження пацієнтів із заднім п'ятковим болем обов'язково повинен включати тест здавлювання зап'яtkово синовіальної сумки як високочутливий та специфічний для ахіллобурситу .
3. Інструментальне дослідження при ахіллобурситі рекомендовано проводити за допомогою комбінації рентгенографічного та сонографічного, або рентгенографічного та МРТ методів дослідження. Обов'язковими досліджуваними критеріями повинні бути значення індексу Y. Tourné та наявність збільшення передньо-заднього розміру ахіллового сухожилля на рівні задньо-верхніх відділів п'яткової кістки.
4. Рекомендовано поділяти всі випадки ахіллобурситу на ексудативний тип, проліферативний тип та синдром Хагlundа.
5. При визначенні типу ахіллобурситу треба враховувати значення рентгенологічного індексу Y. Tourné, морфологічних властивостей зап'яtkової бурси (наявність чи відсутність потовщення або ущільнення синовіальної оболонки) та наявності супутньої тендінопатії ахіллового сухожилля.
6. Для лікування ахіллобурситу слід впровадити запропонований диференційний лікувально-діагностичний алгоритм з доповненням застосуванням ортопедичних устілок підп'ятників висотою 10-20 мм, що дозволяє суттєво знизити інтенсивність больового синдрому та скоротити термін реабілітації.

**СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ**

1. Abate M, Schiavone C, Salini V, et al. Occurrence of tendon pathologies in metabolic disorders. *Rheumatology (Oxford)*. 2013;52:599–608.
2. Aberle W. Der hohe Calcaneus und seine operative Behandlung nach. Spitzzy. *Z. Orthop.* 1937;66:281-290.
3. Alfredson H, Lorentzon R. Chronic Achilles tendinosis: recommendations for treatment and prevention. *Sports Med.* 2000;29(2):135–146.
4. Alfredson H, Spang C. Clinical presentation and surgical management of chronic Achilles tendon disorders - A retrospective observation on a set of consecutive patients being operated by the same orthopedic surgeon. *Foot Ankle Surg.* 2018 Dec;24(6):490-494. doi: 10.1016/j.fas.2017.05.011
5. Astrom M, Rausing A. Chronic achilles tendinopathy: a survey of surgical and histopathologic findings. *Clin Orthop.* 1995;316:151-164.
6. Ballal MS, Walker CR, Molloy AP. The anatomical footprint of the Achilles tendon: a cadaveric study. *Bone Joint J.* 2014;96B(10):1344–8.
7. Biyani A, Jones DA. Results of excision of calcaneal prominence. *Acta Orthop Belg.* 1993;59:45-9.
8. Burhenne LJ, Connell DG. Xeroradiography in the diagnosis of the Haglund syndrome. *Can Assoc Radiol J.* 1986;37:157–160.
9. Calder J. Achilles Tendon Study Group Disorders of the Achilles Tendon Insertion: Current Concepts. 2012. 218 p. Isbn: 9780955887338
10. Canoso J, Wohlgethan J, Newberg A, Goldsmith M. Aspiration of the retrocalcaneal bursa. *Annals of the Rheumatic Diseases.* 1984;43:308-312.
11. Canoso JJ, Liu N, Traill MR, Runge VM. Physiology of the retrocalcaneal bursa. *Annals of the Rheumatic Diseases.* 1988;47(11):910–912. doi:10.1136/ard.47.11.910
12. Chad A Asplund, Thomas M Best. Achilles tendon disorders. *BMJ*;2013;346:f1262 doi: 10.1136/bmj.f1262

13. Chauveaux D, Liet P, Le Huec JC, Midy D. A new radiologic measurement for the diagnosis of Haglund's deformity. *Surg and Radiol. Anal.* 1991;13:39-44.
14. Chen CH, Huang PJ, Chen TB, Cheng YM, Lin SY, Chiang HC, et al. Surgical treatment for Haglund's deformity. *Kaohsiung J Med Sci.* 2001;17:419-22.
15. Coombes BK, Bisset L, Vicenzino B. Efficacy and safety of corticosteroid injections and other injections for management of tendinopathy: a systematic review of randomised controlled trials. *Lancet.* 2010;376(9754):1751–67.
16. Daniel Aaron, Amar Patel, Stephen Kayiaros, Ryan Calfee. Four Common Types of Bursitis: Diagnosis and Management. *American Academy of Orthopaedic Surgeon.* 2011;19(6):359–367.
17. David Metcalfe, Juul Achten, Matthew L. Costa Glucocorticoid Injections in Lesions of the Achilles Tendon. *Foot & Ankle International.* 2009;30:134-140.
18. Dickinson PH, Coutts MB, Woodward EP, Handler D. Tendo Achillis bursitis. Report of twenty-one cases. *J Bone Joint Surg Am.* 1966;48:77–81.
19. Fowler A, Philip JF. Abnormality of the calcaneus as a cause of painful heel. Its diagnosis and operative treatment. *Brit J Surg.* 1945;32:494–498.
20. Fredberg U, Bolvig L, Pfeiffer-Jensen M, Clemmensen D, Jakobsen B, Stengaard-Pedersen K. Ultrasonography as a tool for diagnosis, guidance of local steroid injection and, together with pressure algometry, monitoring of the treatment of athletes with chronic jumper's knee and Achilles tendinitis: a randomized, double-blind, placebo-controlled study. *Scand J Rheumatol.* 2004;33(2):94–101.
21. Frederick Michels, Stephane Guillo, Ana King, Stephane Jambou, Christophe de Lavigne. Endoscopic calcaneoplasty combined with Achilles tendon repair. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2008;16:1043–1046. doi: 10.1007/s00167-008-0602-2
22. Fritsch H. Sectional anatomy of connective tissue structures in the hindfoot of the newborn child and the adult. *Anat Rec.* 1996;246:147–154.

23. Fuglsang F, Torup D. Bursitis retrocalcanearis. *Acta Orthop. Scandinavica*. 1961;30:315-323.
24. Gao YY, Wu CQ, Liu WX, Zhang L, Li CL. High-resolution Sonographic Measurements of Lower Extremity Bursae in Chinese Healthy Young Men. *Chin Med J*. 2016;129:309-12.
25. Gerster JC. Plantar fasciitis and Achilles tendinitis among 150 cases of seronegative spondylarthritis. *Rheumatol Rehabil*. 1980;19(4):218–222.
26. Gillott E, Ray P. Tuberculosis of the calcaneum masquerading as Haglund’s deformity: a rare case and brief literature review. *Case Reports*. 2013. doi:10.1136/bcr-2013-009252.
27. Goldberg-Stein S, et al. Fluoroscopically guided retrocalcaneal bursa steroid injection: description of the technique and pilot study of short-term patient outcomes. *Skeletal Radiol*. 2017;46(2):223-224. doi: 10.1007/s00256-016-2530-4.
28. Greenhalgh T. *How to read a paper: the basics of evidence based medicine*. 2th ed. London: BMJ Books; 2001. 260 p.
29. Gythe H, Bulstra, Thijs A, van Rheenen, Vanessa AB, Scholtes. Can We Measure the Heel Bump? Radiographic Evaluation of Haglund’s Deformity. *The Journal of Foot & Ankle Surgery*. 2014;1:3-18.
30. Haglund P. Beitrag zur Klinik der Achillessehne. *Zeitschr Orthop Chir*. 1928;49:49–58.
31. Hartmann HO. The tendon sheaths and synovial bursae of the foot. *Foot Ankle*. 1981;1:247–296.
32. Heckman DS, Gluck GS, Parekh SG. Tendon disorders of the foot and ankle, Part 2: Achilles tendon disorders. *Am J Sports Med*. 2009;37:1223–1234.
33. Irwin TA. Current Concepts Review: Insertional Achilles Tendinopathy. *Foot & Ankle International*. 2010;31(10):933–939. doi:10.3113/fai.2010.0933
34. Jaeschke R, Guyatt G, Sackett DL. *Users' guides to the medical literature*. III. How to use an article about a diagnostic test. A. Are the results of the study

- valid? Evidence-Based Medicine Working Group. *JAMA*. 1994;271(5):389-391.
35. Jaeschke R, Guyatt GH, Sackett DL. Users' guides to the medical literature. III. How to use an article about a diagnostic test. B. What are the results and will they help me in caring for my patients? The Evidence-Based Medicine Working Group. *JAMA*. 1994;271(9):703-707.
36. Jardé O, Quenot P, Trinquier-Lautard JL, Tran-Van F, Vives P. Haglund disease treated by simple resection of calcaneus tuberosity. An angular and therapeutic study. Apropos of 74 cases with 2 years follow-up. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot*. 1997;83(6):566-573.
37. Jerosch J, Schunck J, Sokkar SH. Endoscopic calcaneoplasty (ECP) as a surgical treatment of Haglund's syndrome. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2007;15:927-934.
38. Johnson KW, Zalavras C, Thordarson DB. Surgical management of insertional calcific Achilles tendinosis with a central tendon splitting approach. *Foot Ankle Int*. 2006;27(4):245-250.
39. Jozsa LG, Kannus P. Overuse injuries of tendons. In: Jozsa LG, Kannus P. (Eds.) *Human Tendons. Anatomy, Physiology, and Pathology*. Human Kinetics, Champaign. 1997. p.164-253.
40. Karjalainen PT, Soila K, Aronen HJ, et al. MR Imaging of Overuse Injuries of the Achilles Tendon. *American Journal of Roentgenology*. 2000;175(1):251-260. doi:10.2214/ajr.175.1.1750251
41. Keck SW, Kelly PJ. Bursitis of the Posterior Part of the Heel. Evaluation of surgical treatment of eighteen patients. *J Bone Jt Surg Am*. 1965;47(2):267-273.
42. Kumar R, Anjana J, Kundan M. Retrocalcaneal Bursitis due to Rare Calcaneal Osteochondroma in Adult Male : Excision and Outcome. *J Orthop Case Rep*. 2016;6(2):16-19. doi: 10.13107/jocr.2250-0685.410. PMID: 27703931; PMCID: PMC5040561.

43. Kvist M. Achilles tendon injuries in athletes. *Annales Chirurgiae et Gynaecologiae*. 1991;80(2):188–201.
44. Langberg H, Skovgaard D, Bulow J, Kjaer M. Negative interstitial pressure in the peritendinous region during exercise. *J. Appl. Physiol*. 1999;87:999–1002.
45. Leitze Z, Sella EJ, Aversa JM. Endoscopic decompression of the retrocalcaneal space. *J Bone Joint Surg Am*. 2003;85:1488–1496.
46. Lohrer H, Arentz, S. Distal anterior Achilles tendon impingement lesion corresponding to retrocalcaneal bursitis and Haglund's syndrome. *Sportverletzung Sportschaden*. 2003;17:181-188.
47. Lohrer H, Nauck T, Dorn NV, Konerding MA. Comparison of endoscopic and open resection for Haglund tuberosity in a cadaver study. *Foot Ankle Int*. 2006;27:445–450.
48. Lohrer H, Nauck T. Retrocalcaneal bursitis but not Achilles tendinopathy is characterized by increased pressure in the retrocalcaneal bursa. *Clinical Biomechanics*. 2014;29(3):283–288. doi:10.1016/j.clinbiomech.2013.12.002
49. Lu CC, Cheng YM, Fu YC, Tien YC, Chen SK, Huang PJ. Angle analysis of Haglund syndrome and its relationship with osseous variation and Achilles tendon calcification. *Foot Ankle Int*. 2007;28:181–185.
50. Lui TH, Lo CY, Siu YC. Minimally Invasive and Endoscopic Treatment of Haglund Syndrome. *Foot and Ankle Clinics*. 2019;24(3):515-531. doi:10.1016/j.fcl.2019.04.006
51. Mahlfeld K, Kayser R, Mahlfeld A, Grassho VH, Franke J. Wert der Sonographie in der Diagnostik von Bursopathien im Bereich der Achillessehne. *Ultraschall Med*. 2001;22:87–90.
52. Mattila VM, Sillanpää PJ, Salo T, Laine HJ, Mäenpää H, Pihlajamäki H. Can orthotic insoles prevent lower limb overuse injuries? A randomized-controlled trial of 228 subjects. *Scand J Med Sci Sports*. 2011;21(6):804-808. doi: 10.1111/j.1600-0838.2010.01116.x.

53. Michael S. Aronow Posterior heel pain (retrocalcaneal bursitis, insertional and noninsertional achilles tendinopathy). *Clin Podiatr Med Surg.* 2002;22:19–43. doi:10.1016/j.cpm.2004.08.003
54. Moll JM. Seronegative arthropathies in the foot. *Baillieres Clin Rheumatol.* 1987;1(2):289–314.
55. Mutlu H, Sildiroglu H, Pekkaşali Z, Kizilkaya E, Cermik H. MRI appearance of retrocalcaneal bursitis and rheumatoid nodule in a patient with rheumatoid arthritis. *Clin Rheumatol.* 2006;25:734–736.
56. Myerson M, McGarvey W. Disorders of the achilles tendon insertion and achilles tendonitis. *Instr Course Lecture.* 1999;48:211-218.
57. Narváez JA, Narváez J, Ortega R, Aguilera C, Sánchez A, Andia E. Painful heel: MR imaging. *Wdings. Radiographics.* 2000;20:333–352.
58. Neilson AL. Diagnostic and therapeutic point in retrocalcaneal bursitis. *J. Amer. med. Ass.* 1921;77(6):463-8. doi:10.1001/jama.1921.02630320047014.
59. Nesse E, Finsen V. Poor results after resection for Haglund's heel. Analysis of 35 heels in 23 patients after 3 years. *Acta Orthop Scand.* 1994;65:107-109.
60. Nissen KI. Remodelling of the Posterior tuberosity of the Calcaneum. In: *Operative burger by Charles Rob and Rodney Smith.* Vol. 5, p. 315-317. London: Butterworth and Co., Ltd; 1957. 317 p.
61. Ortmann FW, McBryde AM. Endoscopic bony and softtissue decompression of the retrocalcaneal space for the treatment of Haglund deformity and retrocalcaneal bursitis. *Foot Ankle Int.* 2007;28(2):149-153.
62. Painter CF. Inflammation of the post-calcaneal bursa associated with exostosis. *Bone Joint Surg Am.* 1898;11(1):169-180.
63. Pauker M, Katz K, Yosipovitch Z. Calcaneal ostectomy for Haglund disease. *J Foot Surg.* 1992;31:588-89.
64. Pavlov H, Heneghan MA, Hersh A, Goldman AB, Vigorita V. The Haglund syndrome: initial and differential diagnosis. *Radiology.* 1982;144:83–88.



65. Perdikakis E, Karantanas A. Stieda process versus Haglund's deformity: An uncommon presentation of posterior ankle impingement. *Cent. Eur. J. Med.* 2011;6(2):190-192. doi: 10.2478/s11536-011-0001-9.
66. Peter E Scholten, C. Niek van Dijk. Endoscopic Calcaneoplasty. *Foot Ankle Clin N Am.* 2006;11:439-446.
67. Pierre-Jerome C, Moncayo V, Terk MR. MRI of the Achilles tendon: a comprehensive review of the anatomy, biomechanics, and imaging of overuse tendinopathies. *Acta Radiol.* 2010;51(4):438-54. doi: 10.3109/02841851003627809.
68. Reid MC, Lachs MS, Feinstein AR. Use of methodological standards in diagnostic test research. Getting better but still not good. *JAMA.* 1995;30:274(8):645-651.
69. Reinherz RP, Smith BA, Henning KE. Understanding the pathologic Haglund's deformity. *J Foot Surg.* 1990;29:432-435.
70. Rukin NJ, Maffulli N. Systemic allergic reactions to aprotinin injection around the Achilles tendon. *Journal of Science and Medicine in Sport.* 2007;10(5):320-322. doi: 10.1016/j.jsams.2006.07.007.
71. Rossler A. Zur Kenntniss der Achillodynie. *Deutsch Ztschrif Chir.* 1895;52:274-291.
72. Sammarco GJ, Taylor AL. Operative management of Haglund's deformity in the nonathlete: a retrospective study. *Foot Ankle Int.* 1998;19:724-729.
73. Schanz A. Eine typische Erkrankung der Achillessehne. *Zentralblatt fur Chirurgie.* 1905;32:1289-1291.
74. Schneider W, Niehus W, Knahr K. Haglund's syndrome: disappointing results following surgery: a clinical and radiographic analysis. *Foot Ankle Int.* 2000;21:26-30.
75. Sella EJ, Caminear DS, McLarney EA. Haglund's syndrome. *Foot Ankle Surg.* 1997;37:110-114.

76. Sereda AP, Belyakova AM. Classification for Haglund's Syndrome (Deformity). *Traumatology and Orthopedics of Russia*. 2019;25(2):83-98. doi: 10.21823/2311-2905-2019-25-2-83-98.
77. Spaltelholz W. *Hand-Atlas of Human Anatomy*. Ed. 7. Philadelphia: J. B. Lippincott Co.; 1943. Pt. 8. p. 366-369.
78. Steffensen JCA, Evensen A. Bursitis retrocalcanea achilli. *Acta Orthop. Scandinavica*. 1958;27:228-236.
79. Stephens MM. Haglund's deformity and retrocalcaneal bursitis. *Orthop Clin North Am*. 1994;25:41-46.
80. Syed TA, Perera A. A proposed staging classification for minimally invasive management of haglund's syndrome with percutaneous and endoscopic surgery. *Foot Ankle Clin*. 2016;21(3):641-64. doi:10.1016/j.fcl.2016.04.004.
81. Theobald P, Bydder G, Dent C, Nokes L, Pugh N, Benjamin M. The functional anatomy of Kager's fat pad in relation to retrocalcaneal problems and other hindfoot disorders. *J Anat*. 2006;208:91-97.
82. Tourné Y, Baray A.-L., Barthélémy R, Moroney P. Contribution of a new radiologic calcaneal measurement to the treatment decision tree in Haglund syndrome. *Orthopaedics & Traumatology: Surgery & Research*. 2018;8:1215-18. doi:10.1016/j.otsr.2018.08.014
83. Troy J. Boffeli, Matthew C. Peterson. The Keck and Kelly Wedge Calcaneal Osteotomy for Haglund's Deformity: A Technique for Reproducible Results. *The Journal of Foot & Ankle Surgery*. 2012;51:398-401.
84. Turmo-Garuz A, Rodas G, Balias R, Til L. Can local corticosteroid injection in the retrocalcaneal bursa lead to rupture of the Achilles tendon and the medial head of the gastrocnemius muscle? *Musculoskelet Surg*. 2014;98:121-126. doi: 10.1007/s12306-013-0305-9.
85. Uquillas CA, Guss MS, Ryan DJ, Jazrawi LM, Strauss EJ. Everything Achilles: knowledge update and current concepts in management. *J Bone Joint Surg Am*. 2015;97(14):1187-95.

86. Vallone G, Vittorio T. Complete Achilles tendon rupture after local infiltration of corticosteroids in the treatment of deep retrocalcaneal bursitis. *J Ultrasound*. 2014;17:165–167.
87. van Dijk CN, van Dyk CE, Scholten PE, et al. Endoscopic calcaneoplasty. *Foot Ankle Clin*. 2006;2:439–446.
88. van Dijk CN, van Sterkenburg MN, Wiegerinck JI, Karlsson J, Maffulli N. Terminology for Achilles tendon related disorders. *Knee Surg. Sports Traumatol. Arthrosc*. 2011;19:835–841.
89. Van Sterkenburg MN, Muller B, Maas M, Sierevelt IN, van Dijk CN. Appearance of the weight-bearing lateral radiograph in retrocalcaneal bursitis. *Acta Orthopaedica*. 2010;81(3):387–390. doi:10.3109/17453674.2010.487245.
90. Vega MR, Cavolo DJ, Green RM, Cohen RS Haglund's deformity. *J Am Podiatry Assoc*. 1984;74:129–135.
91. Wang C-L, Chen P-Y, Yang K-C, Wu H-C, Wang C-C. Ultrasound-Guided Minimally Invasive Surgical Resection of Retrocalcaneal Bursitis: A Preliminary Comparison With Traditional Open Surgery. *The Journal of Foot and Ankle Surgery*. 2019;58(5):855-860. doi:10.1053/j.jfas.2018.12.023
92. Wijesekera NT, Chew NS, Lee JC, et al. Ultrasound-guided treatments for chronic Achilles tendinopathy: an update and current status. *Skelet Radiol*. 2010;39:425–434.
93. Wong GNL, Tan TJ. MR imaging as a problem solving tool in posterior ankle pain: A review. *European Journal of Radiology*. 2016;85(12):2238–56. doi:10.1016/j.ejrad.2016.10.016
94. Yodlowski ML, Scheller AD, Minos L. Surgical treatment of Achilles tendinitis by decompression of the retrocalcaneal bursa and the superior calcaneal tuberosity. *Am J Sports Med*. 2002;30:318–321.
95. Zadek I. An operation for the cure of achillobursitis. *American Journal of Surgery*. 1939;43:542-546.
96. Башкиров ВФ. Профилактика травм у спортсменов. Москва: Физкультура и спорт;1987. 176 с.

97. Герасимюк БС. Визначення ефективності консервативного та оперативного методів лікування хворих із зап'ятковим бурситом. Інновації в медицині: досягнення молодих вчених : матер. наук.-практ. конф. з міжнар. участю; Київ, 18 травня 2017. Київ; 2017. с. 75-77.
98. Герасимюк БС. Визначення пріоритетних критеріїв у рентгенодіагностиці хворих з ретрокальканіальним бурситом. Літопис травматології та ортопедії. 2016;1-2:19-21.
99. Герасимюк БС. Місце простої резекції п'яtkової кістки у комплексі лікування хворих з зап'ятковим бурситом. Хист. 2017;19:460-60.
100. Герасимюк БС, Мовчан АС, Лазарев ІА, Процик АІ, Белоножкин ГГ. Исследование значений напряжений на ахилловом сухожилии при запяточном бурсите (с- или без синдрома Хаглунда) в различных биомеханических условиях. Актуальные вопросы медицины: мат. междунар. науч.-практ. конф.; Баку, Азербайджан, 10-12 апреля 2019. Баку; 2019. с. 125-125.
101. Герасимюк БС, Мовчан ОС. Ультразвукова діагностика зап'яткового ахіллобурситу травматичного генезу. Травма. 2016;2:108-110.
102. Карасев ВІ. Лечение открытых и закрытых повреждений ахиллова сухожилия [автореф. дис. ... канд. мед. наук]. Курск; 1971. 16 с.
103. Карданов АА, и др. Результаты хирургического лечения болезни Хаглунда. Травматология и ортопедия России. 2013;67(1):68-70.
104. Колонтай ЮЮ, Гулай АМ. Гомопластическое восстановление ахиллова сухожилия в сочетании с аутопластикой. Ортопедия, травматология и протезирование. 1974;5:76-77.
105. Мовчан ОС, Герасимюк БС, Процик АІ, Білоножкін ГГ. Визначення ефективності консервативного та оперативного методів лікування хворих із зап'ятковим бурситом. Інновації в медицині: досягнення молодих вчених: збірник матеріалів науково-практичної конференції молодих вчених з міжнародною участю; Київ, 18 травня 2017. Київ; 2017. с. 75-77.

106. Реброва ОЮ. Статистический анализ медицинских данных. Применение пакета прикладных программ STATISTICA. Москва; 2004. 312 с.
107. Середа АП, Грицюк АА. Ахиллово сухожилие. Москва: РАЕН; 2010. с. 25-30.

# ДОДАТКИ

## Додаток 1

### КАРТА СПОСТЕРЕЖЕННЯ № \_\_\_\_\_

ЛЗ: \_\_\_\_\_ № історії хвороби \_\_\_\_\_

Дата госпіталізації: \_\_\_\_\_ Дата виписки: \_\_\_\_\_

**ПІБ** \_\_\_\_\_ **Вік** \_\_\_\_\_ ч  ж

**Анамнестичні дані:**

первинне звернення  повторне звернення/попередній діагноз \_\_\_\_\_

Тривалість захворювання (від появи скарг) \_\_\_\_\_

Передумови:  регулярні заняття спортом  побутове перенавантаження  травма

**Клінічне обстеження пацієнта:**

- біль в задніх відділах стопи  гіперемія
- набряклість в проекції зап'яткової бурси  деформація в ділянці п'яtkового горба
- обмеження дорсіфлексії стопи  тест здавлювання зап'яткової бурси

**Додаткові методи дослідження:**

- |   |  |   |
|---|--|---|
| <u>Рентгенографія</u>                                 | <u>МРТ</u>   | <u>Сонографія</u>                                   |
| Індекс Y.Тошпе _____                                  | <input type="checkbox"/> збільшення зап'яtk.бурси    | <input type="checkbox"/> збільшення зап'яtk. бурси  |
| <input type="checkbox"/> затемнення зап'яtk.реcessуса | <input type="checkbox"/> потовщення синов.оболонки   | <input type="checkbox"/> потовщення синов. оболонки |
| <input type="checkbox"/> потовщення АС                | <input type="checkbox"/> потовщення АС               | <input type="checkbox"/> потовщення АС              |
| <input type="checkbox"/> інтрасухож.кальцинати        | <input type="checkbox"/> інтрасухож.кальцинати       | <input type="checkbox"/> інтрасухож.кальцинати      |
| <input type="checkbox"/> задній п'яtkовий ентезофіт   | <input type="checkbox"/> задній п'яtkовий ентезофіт  | <input type="checkbox"/> задній п'яtkовий ентезофіт |
|   | <input type="checkbox"/> набряк жирового тіла Кагера |   |

**Діагноз:**  ексудативний бурсит  проліферативний бурсит  синдром Хагlundа

Лікувальна тактика:  консервативне лікування  основна група  
 хірургічне втручання – бурсектомія  контрольна група  
 хірургічне втручання – зап'яtkова декомпресія

**Оцінка (до початку лікування) за ВАШ болю:**

0|-----|100 \_\_\_\_\_ балів

**Якість життя (опитувальник SF-36):**

Фізична активність (PF)	
Роль фізичних проблем в обмеженні життєдіяльності (RP)	
Фізичний біль (BP)	
Загальне сприйняття здоров'я (GH)	
Роль емоційних проблем в обмеженні життєдіяльності (RE)	
Життєва сила (VE)	
Психічне здоров'я (MH)	
Соціальне функціонування (SF)	

**Оцінювання за шкалою AOFAS:**

\_\_\_\_\_

**Оцінка (до початку лікування) за ВАШ болю:**

10 день 0|-----|100 \_\_\_\_\_ балів  
 20 день 0|-----|100 \_\_\_\_\_ балів  
 1,5 міс. 0|-----|100 \_\_\_\_\_ балів  
 3,0 міс. 0|-----|100 \_\_\_\_\_ балів

**Якість життя (опитувальник SF-36) через 3,0 місяця від початку лікування:**

Фізична активність (PF)	
Роль фізичних проблем в обмеженні життєдіяльності (RP)	
Фізичний біль (BP)	
Загальне сприйняття здоров'я (GH)	
Роль емоційних проблем в обмеженні життєдіяльності (RE)	
Життєва сила (VE)	
Психічне здоров'я (MH)	
Соціальне функціонування (SF)	

**Оцінювання за шкалою AOFAS через 3,0 місяця від початку лікування:**

\_\_\_\_\_.

Для приміток

---



---



---



---



---



---

## Додаток 2

ШБ пацієнта \_\_\_\_\_

ШКАЛА AOFAS			
Показник	Кількість балів	До початку лікування	3 місяця після початку лікування
<b>Біль (40 балів)</b>			
Немає	40		
Легкий, епізодичний	30		
Помірний, щоденний	20		
Важкий, майже завжди присутній			
<b>Функції (45 балів)</b>			
<b>Обмеження активності, необхідність підтримки</b>			
Без обмежень, без підтримки	10		
Не обмежує повну діяльність, обмежує розважальні заходи, без підтримки	7		
Обмежені щоденні та оздоровчі заходи	4		
Суворе обмеження повної та розважальних заходів, необхідність застосування ходунків, милиць, інвалідного візка, ортезів	0		
<b>Максимальна відстань, пішки, кроки</b>			
Більше 6	5		
4-6	4		
1-3	2		
Менше 1	0		
<b>Пішохідні поверхні</b>			
Немає труднощів на будь-якій поверхні	5		
Певна складність на нерівній місцевості, сходах, сходах, драбинах	3		
Сильна складність на нерівній місцевості, сходах, сходах, драбинах	0		

<b>Ненормальність ходи</b>			
Немає, незачта	8		
Очевидна	4		
Виразна	0		
<b>Сакральний рух (згинання + розгинання)</b>			
Нормальне або легке обмеження (30° і більше)	8		
Помірне обмеження (15° -29°)	4		
Суворе обмеження (менше 15°)	0		
<b>Рух заднього відділу стопи (інверсія + еверсія)</b>			
Нормальне або легке обмеження (75% -100% нормального)	6		
Помірне обмеження (нормально 25% - 74%)	3		
Виразне обмеження (менше 25% від норми)	0		
<b>Стабільність над'яшково-гомілкового суглобу (передьозадня нестабільність, варус-вальгус)</b>			
Стабільний	8		
Виразно нестабільний	0		
<b>Вирівнювання (15 балів)</b>			
Хороша, плантоградна стопа, середня стопа добре вирівняна	15		
Середня, плантоградна стопа, спостерігається деяка ступінь нерівності середнього відділу стопи, симптоми відсутні	8		
Погана, неплантоградна стопа, важка деформація, наявність симптомів	0		
<b>Результат:</b>			



## Додаток 3

## СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

1. Герасимюк БС. Эффективность оперативного метода лечения у больных с хроническим травматическим ахиллобурситом. *Сучасні теоретичні та практичні аспекти клінічної медицини* : тези доп. міжнар. наук.-практ. конф.; Одеса, 22-24 квітня 2015. Одеса; 2015. с. 202.
2. Герасимюк БС. Визначення пріоритетних критеріїв у рентгенодіагностиці хворих з ретрокальканіальним бурситом. *Літопис травматології та ортопедії*. 2016;1-2:19-21.
3. Герасимюк БС. Кореляція патологічних змін інсерційного апарату ахіллового сухожилля з тривалістю захворювання у хворих на зап'ятковий ахіллобурсит. *Інновації в медицині* : тези доп. наук.-практ. конф. із міжнародною участю; Івано-Франківськ, 24-25 березня 2016. Івано-Франківськ; 2016. с. 222.
4. Герасимюк БС. Діагностична цінність ультразвукового методу дослідження хворих із зап'ятковим ахіллобурситом. *Сучасні теоретичні та практичні аспекти клінічної медицини* : тези доп. наук.-практ. конф.; Одеса, 21-22 квітня 2016. Одеса; 2016. с. 101.
5. Герасимюк БС, Мовчан ОС. Ультразвукова діагностика зап'яткового ахіллобурситу травматичного генезу. *Травма*. 2016;2:108-110.
6. Мовчан ОС, Герасимюк БС. Визначення комплексу порушень інсерційного апарату ахіллового сухожилля у хворих з зап'ятковим ахіллобурситом травматичного генезу за допомогою ультразвукових методів дослідження. *XVII з'їзд ортопедів-травматологів України: збірник наук. праць*; Київ, 5-7 жовтня 2016. Київ; 2016. с. 319.
7. Мовчан ОС, Герасимюк БС, Процик АІ, Білоножкін ГГ. Визначення ефективності консервативного та оперативного методів лікування хворих

- із зап'ятковим бурситом. *Інновації в медицині: досягнення молодих вчених* : матер. наук.-практ. конф. з міжнар. участю; Київ, 18 травня 2017. Київ; 2017. с. 75-77.
8. Герасимюк БС, Мовчан АС, Сторч НН. Комплексний підхід в ліченні больних с зап'яточним бурситом. *Хирургия поврежденных, критические состояния. Спаси и сохрани* : тез. пироговского форума с междунар. уч.; Москва, 25-26 мая 2017. Москва; 2017. с. 305.
  9. Герасимюк БС. Некоторые рентгенодиагностические критерии запяточного бурсита. *Хирургия поврежденных, критические состояния. Спаси и сохрани* : тез. пироговского форума с междунар. уч.; Москва, 25-26 мая 2017. Москва; 2017. с. 53-55.
  10. Герасимюк БС. Місце простої резекції п'яткової кістки у комплексі лікування хворих з зап'ятковим бурситом. *Хист.* 2017;19:460-460.
  11. Герасимюк БС, Мовчан АС, Лазарев ІА, Процик АІ, Белоножкин ГГ. Исследование значений напряжений на ахилловом сухожилии при запяточном бурсите (с- или без синдрома Хаглунда) в различных биомеханических условиях. *Актуальные вопросы медицины: мат. междунар. науч.-практ. конф.*; Баку, Азербайджан, 10-12 апреля 2019. Баку; 2019. с. 125-125.
  12. Лазарев ІА, Герасимюк БС, Скибан МВ, Мовчан АС. Исследование напряженно-деформированного состояния структур заднего отдела стопы на моделях с запяточным бурситом и синдромом Haglund. *Актуальні питання лікування ортопедичної патології та наслідків травм опорно-рухової системи* : матер. наук.-практ. конф. з міжнар. уч.; Дніпро, 19-20 вересня 2019. Дніпро; 2019. с. 24-26.
  13. Герасимюк БС. Исследование напряженно-деформированного состояния структур заднего отдела стопы в разных биомеханические условиях.

- Medicine under the modern conditions of integration development of European countries* : int. scien. conf. proceedings; Lublin, 10-11 may 2019. Lublin; 2019. p. 225-228.
14. Герасимюк БС, Мовчан АС. Редкий клінічний випадок зап'яточного бурсита ревматоїдної етіології. *Ревматологія 21 століття* : тези доп. наук.-практ. конф.; Одеса, 26-27 вересня 2019. Одеса; 2019. с. 10-12.
  15. Лазарев ІА, Герасимюк БС, Мовчан ОС, Скибан МВ. Дослідження напружено-деформованого стану ахіллового сухожилля на моделях стопи із синдромом Haglund'a та зап'ятковим бурситом. *XVIII з'їзд ортопедів-травматологів України*: збірник наук. праць; Івано-Франківськ, 9-11 жовтня 2019. Івано-Франківськ; 2019. с. 182.
  16. Герасимюк БС, Лазарев ІА, Мовчан ОС, Скибан МВ. Експериментальне дослідження напружено-деформованого стану структур задніх відділів стопи на моделях стопи із зап'ятковим бурситом та синдромом Haglund'a в різних біомеханічних умовах. *Збірник наукових праць співробітників НМАПО імені П.Л. Шупика*. 2019;33:5-12.
  17. Лазарев ІА, Герасимюк БС, Мовчан ОС, Скибан МВ. Біомеханічний аналіз поведінки структур заднього відділу стопи в акті ходьби при зап'ятковому бурситі й синдромі Haglund. *Травма*. 2019;6:108-110. doi: 10.22141/1608-1706.6.20.2019.186030
  18. Герасимюк БС. Визначення ефективності застосування ортопедичних устілок-підп'ятників в комплексі консервативного лікування хворих із ахіллобурситом. *Young Science 2.0*: збірник мат. всеукр. наук.-практ. інтернет-конф.; Київ, 19 лютого 2020. Київ; 2020. с.14-16.
  19. Herasimyuk BS, Lazarev IA. Biomechanical Aspects Of The Achilles Tendinopathy Development In Retrocalcaneal Bursitis And Haglund Syndrome. *Conceptual options for the development of medical science and education*: collective monograph. Riga; 2020. p. 98-122. ISBN 978-9934-588-44-0.

20. Gerasimyuk B, Lazarev I, Movchan O, Skyban M. Insertional Achilles tendinopathy in patients with Haglund's syndrome: results of computer modeling and biomechanical research. *Journal of Education, Health and Sport*. 2020;10(7):396-420. eISSN 2391-8306. DOI <http://dx.doi.org/10.12775/JEHS.2020.10.07.042>
21. Gerasimyuk B, Lazarev I, Movchan O, Skyban M. Stress-strain distribution in the model of retrocalcaneal bursitis by using heel-elevation insoles. *EUREKA: Health Sciences*. 2020;6:12-20. ISSN 2504-5660. <https://doi.org/10.21303/2504-5679.2020.001444>

#### Додаток 4

#### ВІДОМОСТІ ПРО АПРОБАЦІЮ РЕЗУЛЬТАТІВ ДИСЕРТАЦІЇ

Основні наукові положення, висновки та практичні рекомендації дисертаційного дослідження оприлюднені та обговорені на наукових конференціях: міжнародній науковій конференції студентів та молодих вчених «Сучасні теоретичні та практичні аспекти клінічної медицини» (Одеса, 22–24 квітня 2015 року); науково-практичній конференції з міжнародною участю «Сучасні теоретичні та практичні аспекти клінічної медицини» (Одеса, 21-22 квітня 2016 року); XVII з'їзді ортопедів-травматологів України (Київ, 5-7 жовтня 2016 року), міжнародній науковій конференції «Medicine Under the Modern Conditions Of Integration Development Of European Countries» (Республіка Польща, Люблін, 10-11 травня 2019 року), науково-практичній конференції молодих вчених НМАПО імені П. Л. Шупика з міжнародною участю «Інновації в медицині: досягнення молодих вчених» (Київ, 18 травня 2017 року); IV українському симпозиумі з біомеханіки опорно-рухової системи (Дніпро, 19-20 вересня 2019 року); XVIII з'їзді ортопедів-травматологів України (Івано-Франківськ, 9-11 жовтня 2019 року); всеукраїнській науково-практичній інтернет конференції «Young Science 2.0» (Київ, 20 лютого 2020 року).