

Hryn V. H., Ryabushko M. M., Bilash V. P., Svintsytska N. L., Ustenko R. L., Piliuhin A. V., Katsenko A. L.
STRUCTURAL CHARACTERISTICS OF THE CALCANEUS AND THEIR CLINICAL RELEVANCE
IN ORTHOPAEDICS AND REHABILITATION

Poltava State Medical University (Poltava, Ukraine)

vpbilash@ukr.net

The calcaneus is the largest bone in the foot, providing stability, shock absorption, and proper load distribution during movement. It is a complex structure that interacts with other elements of the foot, and its blood supply and innervation make it vulnerable to ischemia and pain syndromes. Calcaneal fractures are among the most complex orthopedic injuries that can seriously disrupt the biomechanics of the foot. The Sanders classification is used to assess damage, which helps determine treatment tactics: from conservative treatment for minor injuries to surgical intervention for significant intra-articular fractures. Effective and timely rehabilitation is crucial for the rapid restoration of foot function and the prevention of complications. A comprehensive approach to diagnosis, treatment, and rehabilitation, based on a deep understanding of the anatomy and biomechanics of the calcaneus, is crucial for a successful return to a full life for patients. This analytical review is based on domestic and international scientific sources, including articles, books, and monographs. To achieve the set goals, the literature search for the review was conducted on the Internet, as well as in scientometric databases such as PubMed, Web of Science, and Google Scholar.

Key words: calcaneus, foot biomechanics, bone interaction, orthopaedics, rehabilitation.

Connection of the publication with planned research works.

The work is part of the SRW of the Department of Human Anatomy, "Morphofunctional study of the internal organs of humans and laboratory animals in various aspects of experimental medicine," state registration number 0121U108258.

Introduction.

The calcaneus plays a crucial role in the biomechanics of the foot, serving as the primary support structure and shock absorber during movement. Its anatomical structure and interaction with other bone structures of the foot determine the efficiency of walking, running, jumping, and support [1, 2].

That is why any pathological conditions associated with the calcaneus can lead to a significant impairment of the musculoskeletal system, which significantly reduces the quality of life of patients [3].

Fractures of the calcaneus are among the most complex foot injuries, as intra-articular lesions, the development of post-traumatic arthrosis, and chronic pain syndrome often accompany them. Despite the current level of diagnostic and therapeutic approaches, treating such injuries remains a challenging task due to the high risk of complications and difficulties in restoring the anatomical integrity of the bone [4, 5].

The topic is particularly relevant due to the high incidence of traumatic injuries to the calcaneus among the active population, especially athletes, manual laborers, and older adults with osteoporosis [6].

In addition, the increase in cases of degenerative changes in the foot's joints, such as heel spurs, deformities, and tendinopathies, necessitates a detailed study of the structure, function, and characteristics of pathological processes in this area.

Thus, research into the anatomical and physiological characteristics of the calcaneus, its traumatic and pathological changes, as well as optimal treatment and rehabilitation methods, is a pressing task for modern medicine. This will contribute to the development of effective methods of prevention, diagnosis, and rehabilitation of

patients with calcaneal bone pathologies, which in turn will improve their functional status and quality of life.

The aim of the study.

Identify the anatomical and functional characteristics of the calcaneus, analyze its pathological conditions, traumatic injuries, and rehabilitation measures.

Object and research methods.

This analytical review is based on foreign and domestic articles, books, and monographs. For the purpose of this systematic review, literature was searched on the Internet and in the scientific metric databases PubMed, Web of Science, and Google Scholar using the keywords: "calcaneus," "foot anatomy," "injuries of the calcaneus," "fractures," "degenerative changes," "biomechanics," "calcaneus," "foot anatomy," "calcaneus injuries," "fractures," "degenerative changes," and "biomechanics." The search period was conducted until 2025.

Main part.

The calcaneus – anatomical and physiological features and functions.

The calcaneus is shaped like a rectangular prism and is located below the talus, behind the middle part of the foot. Its long axis runs approximately along the midline of the foot [7, 8].

For a detailed understanding of the calcaneus' structure, it is necessary to consider its six surfaces separately [1, 9].

The posterior surface of the calcaneus has a rounded convex shape with three distinct areas. The middle area serves as the attachment site for the calcaneal (Achilles) tendon. Above it is the upper area, which is separated from the tendon by the retrocalcaneal bursa. The lower section curves toward the lower surface of the bone, forming the calcaneal tuberosity, the lowest part of the posterior surface. The lower or plantar surface is formed by the protrusion of the calcaneal tuberosity forward, which leads to the formation of medial and lateral processes on the sides and the calcaneal tuberosity in front.

The lateral surface of the calcaneus is broad and mostly flat, except for two bony prominences. The anterior prominence is the fibular tubercle (fibular block-like

bone), above and below which the tendons of the fibular muscles-short and long-pass. The posterior protrusion is a small bony elevation to which the calcaneofibular ligament is attached.

The medial surface contains a protrusion known as the sustentaculum tali. It contains the medial talar articular surface, which is one of the three articular planes of the talocalcaneal joint. On the lower side of this protrusion is a groove through which the tendon of the long flexor of the big toe passes.

The upper surface contains the anterior and posterior articular surfaces for connection to the talus. Between them is the calcaneal groove, which together with the corresponding groove of the talus forms the sinus tarsi. This is a relatively large space between the anterior parts of the calcaneus and talus bones, where vascular-nerve structures, ligaments, parts of the subtalar joint capsule, and fat deposits are located.

The anterior surface is the smallest and has an articular plane for connection with the cuboid bone, forming the calcaneocuboid joint.

The calcaneus connects to the talus through the talocalcaneal (subtalar) joint, in which contact between the bones is made through the anterior, middle, and posterior articular surfaces. This joint provides important movements of the foot, such as inversion, eversion, and, to a lesser extent, dorsiflexion and plantar flexion.

In addition, the calcaneus is the site of attachment of the Achilles tendon, which facilitates plantar flexion of the foot — a movement necessary for standing, walking, running, and jumping. Muscles that provide movement of the toes are also attached to it [7, 10].

The bone participates in stabilizing the joints due to the attachment of numerous ligaments to it, in particular the calcaneofibular, talocalcaneal, calcaneocuboid, and calcaneocapitellar ligaments. The plantar aponeurosis and the long plantar ligament, which support the longitudinal arch of the foot, are also attached to the calcaneus.

Physiological variants of the calcaneus include pseudoapophyseal fracture, nutrient foramen, pseudocyst, temporary plantar bone spur, accessory sustentaculum tali (os sustentaculi), and accessory calcaneal bone [11-18].

Pseudoapophyseal fracture is a term describing the fragmented appearance of a partially ossified apophysis of the calcaneus, which may resemble a fracture.

The nutrient foramen is a natural opening through which blood vessels pass. It is sometimes seen on the plantar surface of the calcaneus on foot radiographs and may be mistaken for a pathological lesion.

A pseudocyst is a triangular area of reduced bone density that occurs due to a deficiency of normal cancellous bone. It is usually located in the middle of the calcaneus and is visible on a lateral X-ray of the foot.

Temporary plantar bone spurs are small bony protrusions that appear on the plantar surface of the calcaneus in infants. They are usually bilateral and symmetrical and disappear by the age of one year.

The accessory navicular bone is a rare accessory bone attached to the back of the navicular bone by a fibro-cartilaginous junction (synchondrosis).

The accessory calcaneal bone is another rare accessory bone located between the calcaneal, cuboid, talus, and navicular bones.

The calcaneus receives blood supply from several main sources, which ensure its vascularization and support metabolic processes in bone tissue. As is known, the sources of blood supply to the calcaneus are three main arteries. The medial part of the calcaneus is supplied by perforating branches of the posterior tibial artery (a. tibialis posterior). The lateral part receives blood supply from the lateral calcaneal artery (a. calcanea lateralis), which is a branch of the posterior tibial artery or fibular artery (a. fibularis). The sinus tarsi receives blood supply from the sinus tarsi artery (a. sinus tarsi), which is a branch of the a. dorsalis pedis (artery of the dorsal part of the foot), which participates in the vascularization of the calcaneus and provides about 10% of the blood supply to this area [19, 20].

Some authors also identify so-called zones of increased risk of ischemia. Inside the bone, a “watershed zone” is defined, where the medial and lateral intraosseous arteries meet and anastomose with each other, contributing to the even distribution of blood. This area is most vulnerable to ischemic lesions during surgical interventions or traumatic injuries. The calcaneal watershed area is an anatomical area on the calcaneal bone that has a limited or weak blood supply due to its location between the vascular basins of different arteries. The name “watershed” comes from an analogy with geography — just as in the area a watershed is the border between river basins, so in anatomy this zone is the border between vascularization zones.

The calcaneus receives innervation from several nerve branches that provide both sensory and motor functions. The main nerves that innervate the calcaneus are the tibial and sural nerves. Sensory innervation is provided by the medial calcaneal branches of the tibial nerve (rami calcanei mediales nervi tibialis). These branches provide sensation to the skin of the medial side of the heel and the sole. The lateral calcaneal branches of the sural nerve (rami calcanei laterales nervi suralis) innervate the skin of the lateral side of the heel. Motor innervation is provided by the inferior calcaneal nerve (nervus calcaneus inferior), or Baxter's nerve. This mixed nerve usually arises from the lateral plantar nerve (nervus plantaris lateralis) and provides motor innervation to muscles such as: the abductor digiti minimi muscle (musculus abductor digiti minimi); the quadratus plantae muscle (musculus quadratus plantae); and the flexor digitorum brevis muscle (musculus flexor digitorum brevis) [21, 22].

Knowledge of the anatomical innervation of the calcaneus is of important clinical importance, since compression or damage to these nerves can lead to pain syndromes and functional disorders of the foot.

Features of surgical anatomy and postoperative rehabilitation of the calcaneus.

The surgical anatomy of the calcaneus is complex due to its multifaceted structure and articular joints with the cuboid and talus [23]. The upper articular surface of the calcaneus consists of three articular surfaces: posterior, middle and anterior.

On the medial surface of the calcaneus there is a bone protrusion or support of the talus - sustentaculum tali, which supports the neck of the talus. Sinus tarsi is a sinus formed by the middle and anterior articular surfaces of the calcaneus and the sulcus of the talus.

The calcaneus is known to be the most fractured of all tarsal bones, accounting for approximately 60% of all metatarsal fractures and 2% of all skeletal fractures presenting to trauma departments and emergency rooms. Most calcaneal fractures result from high-energy forces, when axial loading on the heel causes the talus to impinge on the calcaneus.

According to studies by Benirschke et al., the lateral aspect of the calcaneus is most suitable for internal fixation of fractures due to its flat shape, but insufficient soft tissue coverage complicates the wound healing process. The medial aspect is located close to the posterior tibial neurovascular bundle and its branches, which makes surgical access difficult. The sustentaculum tali is considered the most stable part of the calcaneus, as it is supported by tendons that help maintain its position even in the event of fracture [24, 25].

Fractures of the calcaneus are relatively common and usually occur as a result of falls from a height or road traffic accidents. Treatment depends on the nature and severity of the fracture [26, 27, 28].

Intra-articular fractures result in a decrease in bone height and disruption of the subtalar joint structure [29, 30].

The Sanders classification for intra-articular calcaneal fractures is widely used in orthopaedic traumatology practice. The Sanders classification is used to assess intra-articular calcaneal fractures involving the posterior articular surface. It is based on the number and location of fracture lines determined from CT scans. This system not only helps to understand the characteristic types of fractures but also to predict their consequences: the higher the type in the classification, the worse the prognosis for the patient [31, 32].

The following types of fractures are distinguished according to the Sanders classification:

Type 1 – all intra-articular fractures with a displacement of less than 2 mm, regardless of the number of fragments.

Type 2a – one main fracture passes through the lateral part of the posterior articular surface. Usually has a Y-shaped shape, when the fracture line passes medially and laterally through the body of the calcaneus. Often accompanied by additional cracks.

Type 2b – one main fracture passes through the central part of the posterior articular surface. Also has a Y-shaped configuration and may be accompanied by minor additional fracture lines.

Type 2c – one main fracture passes through the medial part of the posterior articular surface and is accompanied by a transverse fracture of the body of the calcaneus.

Type 3ab – two main fractures: one passes through the lateral part of the posterior articular surface, the other through the central part. Characterized by subsidence of the central fragment. There may be additional non-articular fractures.

Type 3ac – two main fractures: one passes through the lateral part of the posterior articular surface, the other through the medial. Also often accompanied by subsidence of the central fragment.

Type 3bc – two main fractures: one passes through the central part of the posterior articular surface, the other through the medial. Also has subsidence of the

central fragment, may be accompanied by additional fracture lines.

Type 4 – three or more main fractures with a displacement of more than 2 mm. Such fractures are multifragmentary and the most severe in terms of prognosis.

Thus, according to the Sanders classification, intra-articular calcaneal fractures are divided into four types, with fractures of types II, III and IV usually requiring surgical intervention. Open, significantly displaced or multifragmentary fractures also require surgical fixation. The classification proposed by R. Sanders enables the grading of damage to the articular surface and the prediction of the functional outcome of treatment. Most positive results are obtained with Sanders type I–III injuries; with Sanders type IV injuries, restoration of calcaneal anatomy does not guarantee complete functional recovery [33].

Regardless of the chosen treatment strategy, all calcaneal fractures initially require immobilization with a ban on weight-bearing on the injured limb.

Rehabilitation after calcaneal fractures is a complex process aimed at restoring the foot's supporting function, reducing pain, improving mobility of the ankle-foot and subtalar joints, and normalising support and gait parameters [34–38].

The main areas of rehabilitation activities include:

Kinesiotherapy, which involves gradual dosed loading, mobilization of the involved joints and strengthening the muscles of the lower leg, in particular the triceps and peroneus muscles. The use of active and passive exercises helps prevent contractures and atrophy, and also stimulates neuromuscular coordination.

Orthotics, including individually selected orthopedic insoles and shoes with shock-absorbing properties, provide relief from the damaged area of the heel, stabilize the position of the foot and optimally distribute pressure during walking.

Physiotherapy treatment, in particular magnetotherapy, ultra-high-frequency therapy (UHF), shock wave therapy, is used to reduce inflammatory processes, improve microcirculation and stimulate regenerative processes in the affected area.

Developing physiological walking skills, which includes training the correct movement pattern of the lower limb, is an essential step in preventing chronic lameness, overload of adjacent joints, and secondary foot deformity.

Conclusions.

The calcaneus is the largest bone in the foot and plays a crucial role in providing support and biomechanical function. Its anatomical structure ensures foot stability, shock absorption, and effective load distribution during walking, running, and jumping. The structural complexity of the calcaneus plays a significant role in the functioning of the foot, as it interacts with other bones, joints, ligaments, and muscles. The peculiarities of its blood supply and innervation emphasize its vulnerability to ischemic lesions and pain syndromes in case of trauma or degenerative changes.

Calcaneal fractures are among the most complex orthopedic injuries, often leading to biomechanical disorders of the foot. The Sanders classification enables the assessment of damage and the determination of optimal treatment strategies. Conservative treatment is effective for minor injuries, while intra-articular fractures

with significant displacement usually require surgical intervention.

The timely implementation of a differentiated rehabilitation program minimizes the duration of the recovery period, reduces the risk of complications, and ensures the patient's return to their usual level of functional activity.

Therefore, the calcaneus is a crucial structure for human support and movement. Its anatomical structure predisposes it to specific injuries and pathologies that

have significant orthopedic and functional consequences. A comprehensive approach to diagnosis, treatment, and rehabilitation, based on a detailed understanding of its structure, allows for optimal conditions for restoring foot function.

Prospects for further research.

Studying the impact of various physical activities, orthopedic devices, and customized footwear on the prevention of foot pathologies in athletes, as well as people at high risk and those who are overweight.

DOI 10.29254/2077-4214-2025-3-178-19-27

УДК 616.718.7-085:615.825

Гринь В. Г., Рябушко М. М., Білаш В. П., Свінцицька Н. Л., Устенко Р. Л., Пілюгін А. В., Каценко А. Л.

СТРУКТУРНІ ОСОБЛИВОСТІ П'ЯТКОВОЇ КІСТКИ ТА ЇХ КЛІНІЧНЕ ЗНАЧЕННЯ В ОРТОПЕДІЇ ТА РЕАБІЛІТАЦІЇ

Полтавський державний медичний університет (м. Полтава, Україна)

vpbilash@ukr.net

П'яткова кістка – наймасивніша кістка стопи, що забезпечує її стабільність, амортизацію та правильний розподіл навантаження під час руху. Вона є складною структурою, яка взаємодіє з іншими елементами стопи, і її кровопостачання та іннервація роблять її вразливою до ішемії та больових синдромів. Переломи п'яткової кістки є одними з найскладніших ортопедичних травм, що можуть серйозно порушити біомеханіку стопи. Для оцінки пошкоджень використовується класифікація Сандерса, яка допомагає визначити тактику лікування: від консервативного при легких травмах до хірургічного втручання при значних внутрішньосуглобових переломах. Ефективна та своєчасна реабілітація має вирішальне значення для швидкого відновлення функції стопи та запобігання ускладнень. Комплексний підхід до діагностики, лікування та реабілітації, заснований на глибокому розумінні анатомії та біомеханіки п'яткової кістки, є запорукою успішного повернення пацієнтів до повноцінного життя. Основою цього аналітичного огляду є вітчизняні та закордонні наукові джерела: статті, книги та монографії. З метою досягнення поставлених завдань, пошук літератури для огляду проводився в мережі Інтернет, а також у таких наукометричних базах даних, як PubMed, Web of Science та Google Scholar.

Ключові слова: п'яткова кістка, біомеханіка стопи, взаємодія кісток, ортопедія, реабілітація.

Зв'язок публікації з плановими науково-дослідними роботами.

Робота є фрагментом НДР кафедри анатомії людини «Морфофункціональне вивчення внутрішніх органів людини та лабораторних тварин в різних аспектах експериментальної медицини», номер державної реєстрації 0121U108258.

Вступ.

П'яткова кістка відіграє ключову роль у біомеханіці стопи, виконуючи функцію основної опорної структури та амортизатора під час руху. Її анатомічна будова та взаємодія з іншими кістковими структурами стопи визначають ефективність ходьби, бігу, стрибків та підтримки [1, 2].

Саме тому будь-які патологічні стани, пов'язані з п'ятковою кісткою, можуть призводити до значного порушення функції опорно-рухового апарату, що суттєво знижує якість життя пацієнтів [3].

Переломи п'яткової кістки є одними з найскладніших травм стопи, оскільки вони часто супроводжуються внутрішньосуглобовими ураженнями, розвитком посттравматичного артрозу та хронічного больового синдрому. Незважаючи на сучасний рівень діагностичних і лікувальних підходів, лікування таких ушкоджень залишається складним завданням через високий ризик ускладнень та труднощі у відновленні анатомічної цілісності кістки [4, 5].

Додаткову актуальність теми зумовлює висока частота травматичних ушкоджень п'яткової кістки серед активного населення, особливо у спортсменів, працівників фізичної праці та осіб літнього віку, які мають остеопороз [6].

Крім того, зростання кількості випадків дегенеративних змін у суглобах стопи, таких як п'яткова шпора, деформації та тендінопатії, робить необхідним детальне вивчення будови, функції та особливостей патологічних процесів у цій зоні.

Таким чином, дослідження анатомо-фізіологічних особливостей п'яткової кістки, її травматичних та патологічних змін, а також оптимальних методів лікування та реабілітації є актуальним завданням сучасної медицини. Це сприятиме розробці ефективних методів профілактики, діагностики та реабілітації пацієнтів із патологіями п'яткової кістки, що в свою чергу, покращить їхній функціональний стан і якість життя.

Мета дослідження.

Визначити анатомо-функціональні особливості п'яткової кістки, проаналізувати її патологічні стани, травматичні ушкодження та заходи реабілітації.

Об'єкт і методи дослідження.

Цей аналітичний огляд ґрунтується на закордонних та вітчизняних статтях, книгах та монографіях. Для поставленої мети даного системного огляду, пошук літератури здійснювався у мережі «Інтернет», науко-

во-метричних базах PubMed, Web of Science, Google Scholar, за ключовими словами: «Calcaneus», «foot anatomy», «injuries of the calcaneus», «fractures», «degenerative changes», «biomechanics», «п'яткова кістка», «анатомія стопи», «травми п'яткової кістки», «переломи», «дегенеративні зміни», «біомеханіка». Період пошуку проведений до 2025 року.

Основна частина.

П'яткова кістка (calcaneus) – анатомо-фізіологічні особливості та функції.

П'яткова кістка має форму прямокутної призми та розташована нижче таранної кістки, позаду середнього відділу стопи. Її довга вісь проходить приблизно вздовж середньої лінії стопи [7, 8].

Для детального розуміння будови п'яткової кістки необхідно розглянути її шість поверхонь окремо [1, 9].

Задня поверхня п'яткової кістки має округлу опуклу форму з трьома різними ділянками. Середня ділянка слугує місцем прикріплення п'яткового (Ахіллового) сухожилка. Вище розташована верхня ділянка, яка відокремлена від сухожилка ретрокальканеальною сумкою (бурса). Нижня ділянка згинається у напрямку нижньої поверхні кістки, утворюючи п'ятковий горб – найнижчу частину задньої поверхні. Нижня або підшовна поверхня формується випинанням п'яткового горба вперед, що призводить до утворення присереднього та бічного відростків по боках і п'яткового горбка спереду.

Бічна поверхня п'яткової кістки є широкою та переважно пласкою, за винятком двох кісткових виступів. Передній виступ – це маломілковий горбок (фібулярна блокоподібна кістка), над і під яким проходять сухожилки маломілкових м'язів – короткого та довгого. Задній виступ – це невелике кісткове підвищення, до якого прикріплюється п'ятково-маломілкова зв'язка.

Присередня поверхня містить виступ, відомий як опора таранної кістки (sustentaculum tali). На ньому розташована середня таранна суглобова поверхня, що є однією з трьох суглобових площин таранно-п'яткового зчленування. На нижньому боці цього виступу є борозна, у якій проходить сухожилок довгого згинача великого пальця стопи.

Верхня поверхня містить передню та задню суглобові поверхні для з'єднання з таранною кісткою. Між ними розташована кальканеальна борозна, яка разом із відповідною борозною таранної кістки утворює пазуху передплесна (sinus tarsi). Це відносно великий простір між передніми частинами п'яткової та таранної кісток, де розміщуються судинно-нервові структури, зв'язки, частини капсули підтаранного суглоба та жирові відкладення.

Передня поверхня є найменшою та має суглобову площину для з'єднання з кубоподібною кісткою, утворюючи п'ятково-кубоподібний суглоб.

П'яткова кістка з'єднується з таранною кісткою через таранно-п'ятковий (підтаранний) суглоб, у якому контакт між кістками здійснюється через передню, середню та задню суглобові поверхні. Цей суглоб забезпечує важливі рухи стопи, такі як інверсія, еверсія, та в не великій мірі тильне та підшовне згинання.

Окрім цього, п'яткова кістка є місцем прикріплення Ахіллового сухожилка, що сприяє підшовному

згинанню стопи – руху, необхідному для стояння, ходьби, бігу та стрибків. Також до неї прикріплюються м'язи, які забезпечують рух пальців стопи [7, 10].

Кістка бере участь у стабілізації суглобів завдяки прикріпленню до неї численних зв'язок, зокрема п'ятково-маломілкової, таранно-п'яткової, п'ятково-кубоподібною та п'ятково-човноподібною. Підшовний апоневроз і довга підшовна зв'язка, що підтримують повздовжню арку стопи зведення стопи, також прикріплюються до п'яткової кістки.

Фізіологічні варіанти будови п'яткової кістки включають псевдоперелом апофіза, живильний отвір, псевдокісту, тимчасовий підшовний кістковий шпорець, додаткову кісточку опори таранної кістки (os sustentaculi) та додаткову п'яткову кісточку (os calcaneus secundarius) [11-18].

Псевдоперелом апофіза – це термін, що описує фрагментований вигляд частково окостенілого апофіза п'яткової кістки, який може нагадувати перелом.

Живильний отвір – це природний утвір, через який проходять кровоносні судини. Він іноді спостерігається на підшовній поверхні п'яткової кістки при рентгенографії стопи і може бути помилково прийнятий за патологічне ураження.

Псевдокіста – це трикутна зона зниженої щільності кісткової тканини, що виникає через дефіцит нормальної губчастої кістки. Вона зазвичай локалізується в середній частині п'яткової кістки і виявляється на боковій рентгенограмі стопи.

Тимчасові підшовні кісткові шпорці – це невеликі кісткові виступи, що з'являються на підшовній поверхні п'яткової кістки у немовлят. Вони зазвичай є двосторонніми та симетричними й зникають до віку одного року.

Додаткова кісточка опори таранної кістки – це рідкісна додаткова кісточка, що прикріплюється до задньої частини опори таранної кістки за допомогою фіброзно-хрящового з'єднання (синхондрозу).

Додаткова п'яткова кісточка – ще одна рідкісна додаткова кісточка, розташована між п'ятковою, кубоподібною, таранною та човноподібною кістками.

П'яткова кістка отримує кровопостачання з декількох основних джерел, що забезпечують її васкуляризацію та підтримку метаболічних процесів у кістковій тканині. Як відомо, джерелами кровопостачання п'яткової кістки є три основні артерії. Медіальна частина п'яткової кістки забезпечується перфоруючими гілками задньої великогомілкової артерії (a. tibialis posterior). Латеральна частина отримує кровопостачання від латеральної п'яткової артерії (a. calcanea lateralis), яка є гілкою задньої великогомілкової артерії або маломілкової артерії (a. fibularis). Пазуха передплесна (sinus tarsi) отримує кровопостачання від артерії тарзального синуса (a. sinus tarsi), яка є гілкою a. dorsalis pedis (артерії тильної частини стопи), що бере участь у васкуляризації п'яткової кістки та забезпечує близько 10% кровопостачання цієї ділянки [19, 20].

Також деякі автори виділяють, так звані, зони підвищеного ризику ішемії. Усередині кістки визначається «вододільна зона», де зустрічаються медіальні та латеральні внутрішньокісткові артерії, які анастомозують між собою, що сприяє рівномірному розподілу крові. Ця область є найбільш вразливою до ішемічних уражень при хірургічних втручаннях або трав-

матичних ушкодженнях. Вододільна зона п'яtkової кістки (англ. calcaneal watershed area) – це анатомічна ділянка на п'яtkовій кістці, яка має обмежене або слабе кровопостачання через те, що розташована між судинними басейнами різних артерій. Назва «вододільна» походить від аналогії з географією – як у місцевості вододіл є межею між річковими басейнами, так і в анатомії ця зона – межа між зонами васкуляризації.

П'яtkова кістка отримує іннервацію від кількох нервових гілок, які забезпечують як сенсорну, так і моторну функції. Основними нервами, що іннервують п'яtkову кістку, є гілки великогомілкового нерва (nervus tibialis) та литкового нерва (nervus suralis). Сенсорна іннервація забезпечується медіальними п'яtkовими гілками великогомілкового нерва (rami calcanei mediales nervi tibialis). Ці гілки забезпечують чутливість шкіри медіальної сторони п'яти та підшви стопи. Латеральні п'яtkові гілки литкового нерва (rami calcanei laterales nervi suralis) іннервують шкіру латеральної сторони п'яти. Моторна іннервація забезпечується нижнім п'яtkовим нервом (nervus calcaneus inferior), або нерв Бакстера. Цей змішаний нерв зазвичай відходить від латерального підшовного нерва (nervus plantaris lateralis) і забезпечує моторну іннервацію таких м'язів, як: відвідний м'яз мизинця (musculus abductor digiti minimi); квадратний м'яз підшви (musculus quadratus plantae); короткий м'яз, що згинає пальці (musculus flexor digitorum brevis) [21, 22].

Знання анатомічної іннервації п'яtkової кістки має важливе клінічне значення, оскільки компресія або пошкодження зазначених нервів може призводити до больових синдромів та функціональних порушень стопи.

Особливості хірургічної анатомії та післяопераційної реабілітації п'яtkової кістки.

Хірургічна анатомія п'яtkової кістки є складною через її багатогранну будову та суглобові з'єднання з кубоподібною та таранною кістками [23]. Верхня суглобова поверхня п'яtkової кістки складається з трьох суглобових поверхонь: задньої, середньої та передньої.

На медіальній поверхні п'яtkової кістки знаходиться кістковий виступ або опора таранної кістки – sustentaculum tali, яка підтримує шийку таранної кістки. Sinus tarsi – це пазуха, утворена середньою та передньою суглобовими поверхнями п'яtkової кістки та борозною таранної кістки.

Як відомо, п'яtkова кістка є найбільш вразливою до переломів серед усіх кісток передплесна, становлячи приблизно 60% від них, та 2% від усіх переломів кісток скелету, з якими пацієнти звертаються до травматологічних відділень та травмпунктів. Більшість переломів п'яtkової кістки виникають внаслідок впливу високоенергетичних сил, коли осьове навантаження, що припадає на п'яту, спричиняє вдавнення таранної кістки в п'яtkову.

Згідно з дослідженнями Benirschke та співавторів, латеральна сторона п'яtkової кістки є найбільш зручною для внутрішньої фіксації переломів завдяки своїй плоскій формі, однак недостатнє покриття м'якими тканинами ускладнює процес загоєння ран. Медіальна сторона розташована поблизу заднього великогомілкового нейроваскулярного пучка та

його гілок, що робить хірургічний доступ складним. Sustentaculum tali вважається найбільш стабільною частиною п'яtkової кістки, оскільки підтримується сухожилками, що допомагають зберігати його положення навіть при переломах [24, 25].

Переломи п'яtkової кістки є відносно поширеними та зазвичай виникають унаслідок падіння з висоти або дорожньо-транспортних пригод. Лікування залежить від характеру та тяжкості перелому [26, 27, 28].

Внутрішньосуглобові переломи призводять до зниження висоти кістки та порушення структури підтаранного суглоба [29, 30].

У практиці ортопеда-травматолога широко використовується класифікація Сандерса для внутрішньосуглобових переломів п'яtkової кістки. Класифікація Сандерса використовується для оцінки внутрішньосуглобових переломів п'яtkової кістки, які залучають задню суглобову поверхню. Вона базується на кількості та розташуванні ліній перелому, що визначаються за КТ-знімками. Ця система допомагає не лише розуміти характерні типи переломів, а й прогнозувати їх наслідки: чим вищий тип у класифікації, тим гірший прогноз для пацієнта [31, 32].

Виділяють наступні типи переломів за класифікацією Сандерса:

Тип 1 – всі внутрішньосуглобові переломи зі зміщенням менше 2 мм, незалежно від кількості уламків.

Тип 2a – один основний перелом проходить через латеральну частину задньої суглобової поверхні. Зазвичай має Y-подібну форму, коли лінія перелому виходить медіально та латерально через тіло п'яtkової кістки. Часто супроводжується додатковими тріщинами.

Тип 2b – один основний перелом проходить через центральну частину задньої суглобової поверхні. Також має Y-подібну конфігурацію та може супроводжуватися незначними додатковими лініями перелому.

Тип 2c – один основний перелом проходить через медіальну частину задньої суглобової поверхні та супроводжується поперечним переломом тіла п'яtkової кістки.

Тип 3ab – два основні переломи: один проходить через латеральну частину задньої суглобової поверхні, інший – через центральну частину. Характеризується западанням центрального фрагмента. Можуть бути додаткові несуглобові переломи.

Тип 3ac – два основні переломи: один проходить через латеральну частину задньої суглобової поверхні, інший – через медіальну. Також часто супроводжується западанням центрального фрагмента.

Тип 3bc – два основні переломи: один проходить через центральну частину задньої суглобової поверхні, інший – через медіальну. Також має западання центрального фрагмента, може супроводжуватися додатковими лініями перелому.

Тип 4 – три або більше основних переломів із зміщенням більше 2 мм. Такі переломи є багатоуламковими та найважчими за прогнозом.

Отже, за класифікацією Сандерса внутрішньосуглобові переломи п'яtkової кістки поділяють на чотири типи, при цьому переломи II, III та IV типів зазвичай потребують хірургічного втручання. Відкриті, значно зміщені або багатоуламкові переломи також

вимагають оперативної фіксації. Класифікація за R. Sanders надає можливість проводити градацію тяжкості ушкодження суглобової поверхні та прогнозувати функціональний результат лікування. Більшість позитивних результатів отримують при ушкодженнях I–III типів за Sanders, при ушкодженнях IV типу за Sanders відновлення анатомії п'яткової кістки не гарантує повного функціонального одужання [33].

Незалежно від обраної тактики лікування, усі переломи п'яткової кістки спочатку потребують імобілізації із заборорою навантаження на травмовану кінцівку.

Реабілітація після переломів п'яткової кістки є комплексним процесом, спрямованим на відновлення опорної функції стопи, зменшення больового синдрому, покращення рухливості гомілково-ступневого та підтаранного суглобів, а також на нормалізацію параметрів опори та ходи [34–38].

До основних напрямів реабілітаційних заходів належать:

Кінезіотерапія, що передбачає поступове дозоване навантаження, мобілізацію залучених суглобів та зміцнення м'язів гомілки, зокрема триголового м'яза та малоомілкових м'язів. Застосування активних і пасивних вправ сприяє попередженню контрактур та атрофій, а також стимулює нейром'язову координацію.

Засоби ортезування, включаючи індивідуально підібрані ортопедичні устілки й взуття з амортизуючими властивостями, забезпечують розвантаження пошкодженої ділянки п'ятки, стабілізацію положення стопи та оптимальний розподіл тиску під час ходьби.

Фізіотерапевтичне лікування, зокрема магнітотерапія, ультрависокочастотна терапія (УВЧ), ударно-хвильова терапія, застосовується з метою зменшення запальних процесів, покращення мікроциркуляції та стимуляції регенеративних процесів у зоні ураження.

Формування навичок фізіологічної ходи, що включає тренування правильного патерну руху нижньої кінцівки, є важливим етапом профілактики хронічної

кульгавості, перевантаження суміжних суглобів та вторинної деформації стопи.

Висновки.

П'яткова кістка є наймасивнішою кісткою стопи, що виконує важливу опорну та біомеханічну функцію. Її анатомічна будова забезпечує стійкість стопи, амортизацію та ефективний розподіл навантаження під час ходьби, бігу та стрибків. Структурна складність п'яткової кістки визначає її значну роль у функціонуванні стопи, що проявляється у взаємодії з іншими кістками, суглобами, зв'язками та м'язами. Особливості кровопостачання та іннервації підкреслюють її вразливість до ішемічних уражень і больових синдромів при травмах або дегенеративних змінах.

Переломи п'яткової кістки є одними з найскладніших ортопедичних травм, що часто призводять до порушень біомеханіки стопи. Класифікація Сандерса дозволяє оцінювати ступінь пошкодження та визначати оптимальну тактику лікування. Консервативне лікування ефективне при незначних ушкодженнях, тоді як внутрішньосуглобові переломи з вираженим зміщенням зазвичай потребують хірургічного втручання.

Своєчасне впровадження диференційованої програми реабілітації дозволяє мінімізувати тривалість відновного періоду, знизити ризик розвитку ускладнень та забезпечити повернення пацієнта до звичного рівня функціональної активності.

Отже, п'яткова кістка є надзвичайно важливою структурою для підтримки й руху людини. Її анатомічна будова обумовлює схильність до специфічних травм і патологій, що мають значні ортопедичні та функціональні наслідки. Комплексний підхід до діагностики, лікування й реабілітації, заснований на детальному розумінні її структури, дозволяє забезпечити оптимальні умови для відновлення функції стопи.

Перспективи подальших досліджень.

Вивчення впливу різних фізичних навантажень, ортопедичних конструкцій та індивідуального взуття на профілактику патологій стопи у спортсменів, а також людей з підвищеним ризиком та надмірною вагою.

References / Література

- Gupton M, Özdemir M, Terreberry RR. Anatomy, Bony Pelvis and Lower Limb: Calcaneus. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2025. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK519544/>.
- Jyotsna G, Mamidi A. The morphometric analysis of calcaneus and its articular facets. Indian J Clin Anat Physiol. 2022;9(1):22–4.
- Bodnya OI. Biomechanichni osoblyvosti doslidzhen u khvorykh iz perelomamy kistok zadnoho viddilu stopy. Odeskyi medychnyy zhurnal. 2021;5(177):32–6. DOI: [10.54229/2226-2008-2021-5-6](https://doi.org/10.54229/2226-2008-2021-5-6). [in Ukrainian].
- Hoduadze H, Pelypenko O, Malyk S, Honcharov A. Vykorystannya maloinvazyvnykh metodiv operatyvnoho likuvannya vnutrishnosuglobovykh perelomiv pyatkovoyi kistky. Aktualni problemy suchasnoyi medytsyny: Visnyk Ukrayinskoyi medychnoyi stomatolohichnoyi akademiyi. 2023;23(1):8–12. DOI: [10.31718/2077-1096.23.1.8](https://doi.org/10.31718/2077-1096.23.1.8). [in Ukrainian].
- Trybushnyy OV, Trufanov II, Kosylo VV, Klyatskyi YUP. Optyimizatsiya reparatyvnoyi reheneratsiyi pry perelomakh pyatkovoyi kistky zbahachenoyu trombotsytamy avtologichnoyu plazmoyu. Travma. 2020;21(4):38–43. [in Ukrainian].
- Tsukada K, Yasui Y, Morimoto S, Miki S, Kubo M, Sasahara J, et al. Juxta-Articular Osteoid Osteoma of the Calcaneus in a Young Athlete Treated With Subtalar Arthroscopic Excision: A Case Report. Orthop J Sports Med. 2020;8(8):2325967120944915. DOI: [10.1177/2325967120944915](https://doi.org/10.1177/2325967120944915).
- Luijckx T, Chan B, Campos A. Calcaneus. Radiopaedia.org. 2014. DOI: <https://doi.org/10.5334/rliD-31905>.
- Fedorchuk SM. Dynamika vikovoyi minlyvosti metrychnykh parametriv pyatkovoyi kistky v adaptivnomu periodi rostu (povidomlennya 1). Klinichna anatomiya ta operatyvna khirurhiya. 2015;14(3):111–3. [in Ukrainian].
- Stephan D, Panzer S, Göttlinger M, Augat P. Analysis of the intra-individual differences of the joint surfaces of the calcaneus. Comput Methods Biomech Biomed Eng. 2014;17(15):1635–41. DOI: [10.1080/10255842.2012.759564](https://doi.org/10.1080/10255842.2012.759564).
- Edama M, Kubo M, Onishi H, Takabayashi T, Yokoyama E, Inai T, et al. Structure of the Achilles tendon at the insertion on the calcaneal tuberosity. J Anat. 2016;229(5):610–614.
- Cockerill SJ, Aray-de-la-Rosa M, González-Reimers E. An atlas of anatomical variants of the human calcaneus. J Morphol. 2024;285(5):e21706. DOI: <https://doi.org/10.1002/jmor.21706>.
- Zielinska N, LaPrade RF, Olewnik Ł. Morphological variations of the calcaneal tendon: clinical significance. J Orthop Surg Res. 2023;18(1):275. DOI: [10.1186/s13018-023-03748-y](https://doi.org/10.1186/s13018-023-03748-y).
- Smith JM, Varacallo MA. Sever Disease (Calcaneal Apophysitis). Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2025. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK441928/>.

14. Dogan M, Doganay S, Koç G, Gorkem SB, Ciraci S, Coskun A. Calcaneal Apophysitis (Sever's Disease): MRI Findings. J Nepal Paediatr Soc. 2016;35(2):172. DOI: [10.3126/jnps.v35i2.13873](https://doi.org/10.3126/jnps.v35i2.13873).
15. Hall FM, Keats TE. The calcaneal nutrient foramen. Skeletal Radiol. 1980;5(3):135-6. DOI: [10.1007/BF00347338](https://doi.org/10.1007/BF00347338).
16. Niknejad M, Hacking C, Jones J. Pseudotumor of the calcaneus. Radiopaedia.org. 2013. DOI: <https://doi.org/10.5334/rID-23010>.
17. Theodorou D, Theodorou S. The Os sustentaculi: A rare cause of ankle pain. Joint Bone Spine. 2023;90:105575.
18. Dixon A, Glick Y, Elfeky M. Os calcaneus secundarius. Reference article, Radiopaedia.org. 2010. DOI: <https://doi.org/10.5334/rID-10661>.
19. Andermahr J, Helling HJ, Rehm KE, Koebeke Z. The vascularization of the os calcaneum and the clinical consequences. Clin Orthop Relat Res. 1999;363:212-8.
20. Donders JCE, Klingner CE, Shaffer AD, Lazaro LE, Thacher RR, Dyke JP, et al. Quantitative and Qualitative Assessment of the Relative Arterial Contributions to the Calcaneus. Foot & Ankle International. 2018;39(5):604-612. DOI: [10.1177/1071100717749229](https://doi.org/10.1177/1071100717749229).
21. Figen Govsa F, Bilge O. Variations in the origin of the medial and inferior calcaneal nerves. Arch Orthop Trauma Surg. 2006;126(6):6-14. DOI: [10.1007/s00402-005-0088-z](https://doi.org/10.1007/s00402-005-0088-z).
22. Louisia S, Masquelet AC. The medial and inferior calcaneal nerves: an anatomic study. Surg Radiol Anat. 1999;21(3):169-73. DOI: [10.1007/BF01630895](https://doi.org/10.1007/BF01630895).
23. Bába V, Kopp L, Cihlár J, Samešová A, Kachlík D. Anthropometry of the human calcaneus and orientation of the articular facet for the cuboid bone as a basis for anatomically correct positioning of osteosynthetic screws in fracture treatment. Ann Anat. 2020;232:151548. DOI: [10.1016/j.aanat.2020.151548](https://doi.org/10.1016/j.aanat.2020.151548).
24. Swords M, Fraticelli N, Shank J, Benirschke S. Late treatment of displaced intra-articular calcaneus fractures: successful management with anatomic reduction. J Orthop Trauma. 2020;34(1):S21-S25.
25. Benirschke S, Kramer P. Joint-Preserving Osteotomies for Malaligned Intraarticular Calcaneal Fractures. Foot Ankle Clin. 2016;21(1):111-22. DOI: [10.1016/j.fcl.2015.09.013](https://doi.org/10.1016/j.fcl.2015.09.013).
26. Goduadze G, Pelypenko O. Myakotkanynni uskladnennya v rannomu pislyaoperatsionnomu periodi pislya osteosyntezy pyatkovoyi kistky. Aktualni problemy suchasnoyi medytsyny: Visnyk Ukrayinskoyi medychnoyi stomatolohichnoyi akademiyi. 2023;23(2.1):8-12. DOI: <https://doi.org/10.31718/2077-1096.23.2.1.8>. [in Ukrainian].
27. Shymon VM, Sherepiy AA, Kubash SP, Stoyka VV. Nash dosvid likuvannya perelomiv pyatkovoyi kistky iz vykorystannam biosklokeramichnoho implantu. Aktualni problemy suchasnoyi medytsyny: Visnyk Ukrayinskoyi medychnoyi stomatolohichnoyi akademiyi. 2019;19(3):91-5. [in Ukrainian].
28. Gasko M, Kovalchuk P, Tulyulyuk S, Gasko D. Surgical treatment of patients with fractures of the calcaneus. Clinical anatomy and operative surgery. 2020;19:109-12.
29. Kozopas VS. Analysis of the current state of treating intra-articular fractures of the calcaneus. Travma. 2017;18(2):100-102. DOI: [10.22141/1608-1706.2.18.2017.102566](https://doi.org/10.22141/1608-1706.2.18.2017.102566).
30. Shi G, Lin Z, Liu W, Liao X, Xu X, Luo X, et al. 3D mapping of intra-articular calcaneal fractures. Sci Rep. 2023;13(1):8827. DOI: [10.1038/s41598-023-34711-w](https://doi.org/10.1038/s41598-023-34711-w).
31. Jiménez-Almonte JH, King JD, Luo TD, Aneja A, Moghadamian E. Classifications in Brief: Sanders Classification of Intraarticular Fractures of the Calcaneus. Clin Orthop Relat Res. 2019;477(2):467-71. DOI: [10.1097/CORR.000000000000539](https://doi.org/10.1097/CORR.000000000000539).
32. Falis M, Bargiel A, Pyszel K, Simon P. Classification of intraarticular calcaneal fractures: comparison of two classification systems. Eur J Orthop Surg Traumatol. 2024;34(3):1503-1508. DOI: [10.1007/s00590-023-03800-x](https://doi.org/10.1007/s00590-023-03800-x).
33. Jain V, Kumar R, Mandal DK. Osteosynthesis for intra-articular calcaneal fractures. J Orthop Surg (Hong Kong). 2007;15(2):144-8.
34. Novakova LV, Otroshko VR. Fizychna reabilitatsiya pry perelomakh kistok nyzhnikh kintsivok. Medsestrynstvo. 2024;(4):71-3. DOI: [10.11603/2411-1597.2024.4.15048](https://doi.org/10.11603/2411-1597.2024.4.15048).
35. Park E, Choi Y, Lee J, Park SH, Lee H. Calcaneal fracture: results of earlier rehabilitation after open reduction and internal fixation. Arch Orthop Trauma Surg. 2021;141(6):929-936.
36. Korchevska AA. Fizychna terapiya osib z travmoyu pyatkovoyi kistky [mahisterska robota]. Kyiv: NUFVSU; 2023. 60 s. [in Ukrainian].
37. Bonanno DR, Landorf KB, Munteanu SE, Murley GS, Menz HB. Effectiveness of foot orthoses and shock-absorbing insoles for the prevention of injury: A systematic review and meta-analysis. Br J Sports Med. 2017;51(2):86-96.
38. van Hooft S, de Vos J, Verbruggen JP, Willems P, Meijer K, Poeze M. Gait Analysis and Functional Outcome After Calcaneal Fracture. J Bone Joint Surg Am. 2015;97(22):1879-88. DOI: [10.2106/JBJS.N.01279](https://doi.org/10.2106/JBJS.N.01279).

СТРУКТУРНІ ОСОБЛИВОСТІ П'ЯТКОВОЇ КІСТКИ ТА ЇХ КЛІНІЧНЕ ЗНАЧЕННЯ В ОРТОПЕДІЇ ТА РЕАБІЛІТАЦІЇ

Гринь В. Г., Рябушко М. М., Білаш В. П., Свінцицька Н. Л., Устенко Р. Л., Пілюгін А. В., Каценко А. Л.

Резюме. Стаття присвячена аналізу структурних особливостей п'яtkової кістки та їх клінічного значення в галузях ортопедії та реабілітації. В статті описано морфологію п'яtkової кістки, її розміри, форму, а також місця прикріплення м'язів, зв'язок та сухожилів. Висвітлено основні функції п'яtkової кістки. Завдяки своїй структурі та з'єднанням, п'яtkова кістка відіграє важливу роль у поглинанні ударів під час ходьби, бігу та стрибків, захищаючи інші структури опорно-рухового апарату. Згадано про патології та травми п'яtkової кістки, що підкреслює її важливість для нормального функціонування всієї нижньої кінцівки. Це дослідження зосереджується на ключових аспектах хірургічної анатомії п'яtkової кістки та її післяопераційній реабілітації. Розуміння складної анатомічної будови п'яtkової кістки, включаючи її суглобові поверхні, місця прикріплення м'язів і зв'язок, а також особливості кровопостачання, є важливим для успішного хірургічного втручання та мінімізації ускладнень. Особлива увага приділяється типовим механізмам травм п'яtkової кістки та їхній класифікації, що безпосередньо впливає на вибір хірургічної тактики. У роботі розглядаються сучасні методи хірургічного лікування переломів п'яtkової кістки. Класифікація Сандерса є ключовим інструментом в ортопедично-травматологічній практиці для оцінки внутрішньосуглобових переломів п'яtkової кістки, що зачіпають задню суглобову поверхню. Ця класифікація ґрунтується на кількості та розташуванні ліній перелому, які визначаються за допомогою комп'ютерної томографії (КТ). Вона дозволяє не тільки визначити специфічні типи переломів, а й прогнозувати результат лікування: чим вищий тип за класифікацією Сандерса, тим гірший прогноз для пацієнта. Важливою складовою є індивідуалізований підхід до післяопераційної реабілітації. Розглядаються етапи відновлення, починаючи від іммобілізації та контролю болю, до поступового навантаження, відновлення рухової функції та м'язової сили. Підкреслюється значення фізичної терапії, лікувальної гімнастики та інших методів для досягнення оптимальних функціональних результатів та запобігання довгостроковим ускладненням.

Ключові слова: п'яtkова кістка, біомеханіка стопи, взаємодія кісток, ортопедія, реабілітація.

STRUCTURAL CHARACTERISTICS OF THE CALCANEUS AND THEIR CLINICAL RELEVANCE IN ORTHOPAEDICS AND REHABILITATION

Hryn V. H., Ryabushko M. M., Bilash V. P., Svintsytska N. L., Ustenko R. L., Piliuhin A. V., Katsenko A. L.

Abstract. The article is devoted to the analysis of the structural characteristics of the calcaneus and their clinical relevance in orthopaedics and rehabilitation. It describes the morphology of the calcaneus, including its size, shape, and the attachment sites of muscles, ligaments, and tendons. The principal functions of the calcaneus are outlined. Owing to its structure and connections, the calcaneus plays a crucial role in absorbing impact during walking, running, and jumping, thereby protecting other components of the musculoskeletal system. Pathologies and injuries of the calcaneus are noted, underscoring its importance for the normal functioning of the entire lower limb. This study focuses on key aspects of the surgical anatomy of the calcaneus and its postoperative rehabilitation. Understanding the complex anatomical structure of the calcaneus, including its articular surfaces, muscle and ligament attachments, and vascular supply, is essential for successful surgery and the reduction of complications. Particular attention is given to the typical mechanisms of calcaneal fractures and their classification, which directly influences the choice of surgical approach. The paper examines contemporary surgical methods for the treatment of calcaneal fractures. The Sanders classification is a key tool in orthopaedic and trauma practice for assessing intra-articular calcaneal fractures involving the posterior articular surface. This classification is based on the number and location of fracture lines, determined using computed tomography (CT). It not only enables the identification of specific fracture types but also helps predict treatment outcomes: the higher the type according to the Sanders classification, the poorer the prognosis for the patient. An important component is an individualised approach to postoperative rehabilitation. The stages of recovery are outlined, beginning with immobilisation and pain management, progressing to gradual weight-bearing, and culminating in the restoration of motor function and muscle strength. The importance of physiotherapy, therapeutic exercise, and other interventions for achieving optimal functional outcomes and preventing long-term complications

Key words: calcaneus, foot biomechanics, bone interaction, orthopaedics, rehabilitation.

ORCID and contributionship / ORCID кожного автора та його внесок до статті:

Hryn V. H.: <https://orcid.org/0000-0001-5894-4416> ^{DBF}

Ryabushko M. M.: <https://orcid.org/0000-0002-3617-4542> ^C

Bilash V. P.: <https://orcid.org/0000-0002-7178-3394> ^{A^{FE}}

Svintsytska N. L.: <https://orcid.org/0000-0002-6342-6792> ^{BE}

Ustenko R. L.: <https://orcid.org/0000-0001-9021-4472> ^C

Piliuhin A. V.: <https://orcid.org/0000-0003-0601-8036> ^E

Katsenko A. L.: <https://orcid.org/0000-0002-6151-1483> ^C

Conflict of interest / Конфлікт інтересів:

The authors confirm that there is no conflict of interest / Автори підтверджують відсутність конфлікту інтересів

Corresponding author / Адреса для кореспонденції:

Bilash Valentina Pavlivna / Білаш Валентина Павлівна

Poltava State Medical University / Полтавський державний медичний університет

Ukraine, 36011, Poltava, 23 Shchenchenka str / Адреса: Україна, 36011, м. Полтава, вул. Шевченка 23

Tel.: 0992555985 / Тел.: 0992555985

E-mail: vpbilash@ukr.net

A – Work concept and design, B – Data collection and analysis, C – Responsibility for statistical analysis, D – Writing the article, E – Critical review, F – Final approval of the article / A – концепція роботи та дизайн, B – збір та аналіз даних, C – відповідальність за статистичний аналіз, D – написання статті, E – критичний огляд, F – остаточне затвердження статті.

Received 14.04.2025 / Стаття надійшла 14.04.2025 року

Accepted 15.08.2025 / Стаття прийнята до друку 15.08.2025 року

DOI 10.29254/2077-4214-2025-3-178-27-35

UDC 616.8:616.711+616.832]-001:616.711+616.3

Kolesnichenko V. A., Herasymov H. M., Hrynov R. M., Dushyk L. M., Zakharchenko Y. B., Cherkova N. V.

GALLBLADDER DYSFUNCTION AFTER COMPLICATED THORACOLUMBAR SPINE INJURY

V. N. Karazin Kharkiv National University (Kharkiv, Ukraine)

vira.a.kolesnichenko@karazin.ua

One of the most common manifestations of the consequences of spinal cord injury is neurogenic dysfunction of the gallbladder, which leads to a higher incidence of gallstone disease and acute cholecystitis with atypical clinical symptoms compared to the general population.

The aim is to study, based on literature data, the epidemiology of complicated thoracolumbar spine injury and the developmental mechanisms of neurogenic gallbladder dysfunction.

The thoracolumbar spine is a transition zone from rigid thoracic to flexible lumbar segments, from thoracic kyphosis to lumbar lordosis, making it more vulnerable to kinetic energy, with an injury rate of 42.3-90% of all vertebral fractures. Patients with spinal cord injury are vulnerable to a number of complications that impact their quality of life