

©Ю. О. Грубар¹ <https://orcid.org/0000-0002-4221-2250>
©М. Ю. Грубар² <https://orcid.org/0000-0002-4696-0213>
©Ю. Ю. Грубар² <https://orcid.org/0000-0003-0951-9485>
©І. Я. Грубар³ <https://orcid.org/0000-0002-0809-1299>

¹Тернопільський національний медичний університет імені І. Я. Горбачевського МОЗ України,
Тернопіль, Україна

²КНП «Тернопільська обласна клінічна лікарня» ТОР, Тернопіль, Україна

³Тернопільський національний педагогічний університет імені В. Гнатюка, Тернопіль, Україна

ВПЛИВ МАКСИМАЛЬНОЇ ІНВЕРСІЇ НА ДОВЖИНУ ПЕРЕДНЬОЇ ТАРАННО-МАЛОГОМІЛКОВОЇ ЗВ'ЯЗКИ У БЕЗСИМПТОМНИХ ПАЦІЄНТІВ

РЕЗЮМЕ. Розтягнення зв'язок надп'яtkово-гомількового суглоба належить до найпоширеніших ушкоджень нижньої кінцівки. З них 65 % становлять ізольовані ушкодження передньої таранно-малогомілкової зв'язки. Віддалені наслідки розриву зв'язок можуть викликати розвиток остеоартрозу. Вивчення реакції передньої таранно-малогомілкової зв'язки на інверсійне навантаження є важливим сонографічним дослідженням, однак нормативних значень щодо цих показників у людей молодого віку нами не виявлено.

Мета – вивчити зміну довжини ATFL у безсимптомної популяції молодих пацієнтів на обох суглобах за допомогою ультразвуку при інверсійному навантаженні.

Матеріал і методи. Було проведено вимірювання довжини передньої таранно-малогомілкової зв'язки у 60 юнаків та 60 дівчат. Сонографію виконували на обох суглобах у двох досліджуваних позиціях.

Результати. Згідно з сонографічними дослідженнями, середня довжина передньої таранно-малогомілкової зв'язки правого надп'яtkово-гомількового суглоба юнаків у нейтральному положенні становила $(19,08 \pm 0,3)$ мм, лівого $(19,08 \pm 0,31)$ мм. У дівчат у нейтральному положенні вона становила $(16,92 \pm 0,2)$ мм та $(16,9 \pm 0,19)$ мм відповідно. При інверсійному навантаженні середня довжина зв'язки у юнаків становила справа до $(19,65 \pm 0,3)$ мм, зліва $(19,63 \pm 0,3)$ мм, у дівчат – $(17,37 \pm 0,2)$ мм справа та $(17,36 \pm 0,20)$ мм зліва. Порівняння довжини передньої таранно-малогомілкової зв'язки юнаків та дівчат у різних положеннях під час тестування в обох суглобах вказує на статистично достовірну різницю між показниками юнаків та дівчат на рівні $p < 0,001$.

Висновки. У юнаків та дівчат відсутня статистично значима різниця між показниками довжини передньої таранно-малогомілкової зв'язки правого та лівого надп'яtkово-гомількових суглобів, як у нейтральному положенні, так і при максимальній інверсії ($P > 0,05$).

КЛЮЧОВІ СЛОВА: надп'яtkово-гомільковий суглоб; передня таранно-малогомілкова зв'язка; інверсійне навантаження; сонографія.

Вступ. Травми зв'язок надп'яtkово-гомількового суглоба належать до найпоширеніших ушкоджень, як у повсякденному житті, так і в спорті. У 20 % випадків вона є причиною звертань за ургентною медичною допомогою, однак загальна кількість даних ушкоджень є значно більшою, оскільки менше половини всіх людей з пошкодженням зв'язок зазначеної локалізації звертаються за кваліфікованою медичною допомогою [1]. Пацієнти з пошкодженням зв'язок зазвичай молоді та фізично активні люди віком від 14 до 24 років [2]. Понад 65 % випадків становлять ізольовані ушкодження передньої таранно-малогомілкової зв'язки (ATFL). Інтерес до вказаної зв'язки пов'язаний із тим фактом, що вона вважається основним засобом захисту від травм, пов'язаних з інверсією надп'яtkово-гомількового суглоба в поєднанні з підшовним згинанням [3].

Наслідки ушкодження зв'язки можуть призвести до низки хронічних залишкових симпто-

мів, які діагностують у близько 50 % пацієнтів та включають рецидив травми, хронічний біль, хронічну нестабільність, остеоартрит, несприятливі психологічні ефекти [4].

Діагноз ушкодження зв'язок встановлюють на основі скарг пацієнта, механізму виникнення травми, вивчення локального статусу, проведення діагностичних тестів та застосування додаткових методів діагностики. Відомо про обмежену доказовість застосування багатьох спеціальних ортопедичних тестів, які широко використовуються при ушкодженні зв'язок надп'яtkово-гомількового суглоба [5]. Серед неінвазивних інструментальних методів діагностики найчастіше застосовують стрес-рентгенографію та магнітно-резонансну томографію. Стрес-рентгенографія часто є недостатньо інформативною для встановлення остаточного діагнозу [6]. Магнітно-резонансна томографія – найточніший метод діагностики для оцінки ушкодження зв'язок, з огляду на її ви-

соку роздільну здатність та точність, однак її використання при гострій травмі зазначеної локалізації вважається недоцільним [7]. Для покращення результатів діагностики впроваджують складні прилади та конструкції, використання яких у повсякденній практиці для дослідження стану передньої таранно-малогомілкової зв'язки (ATFL) навряд чи отримає широке застосування [8].

Сьогодні сонографія набуває все більшого значення для оцінки стану зв'язкового апарату над'яtkово-гомiлково суглоба, через низьку собівартість, швидкість, доступність та відсутність іонізуючого випромінювання. На відміну від МР-зображень, вона дозволяє виконувати динамічні маневри, що сприяє підвищенню візуалізації незмінених зв'язок та покращує локалізацію їх ушкоджень [9]. Динамічна сонографія має високий потенціал для виявлення нестабільності зв'язок над'яtkово-гомiлково суглоба, але параметри нормативних значень зміни довжини передньої таранно-малогомілкової зв'язки при інверсійному навантаженні в різних вікових групах до кінця не визначені.

Мета дослідження – застосувавши пристрій та спосіб ультразвукового дослідження над'яtkово-гомiлково суглоба з використанням інверсійного навантаження вивчити зміни довжини передньої таранно-малогомілкової зв'язки в безсимптомній популяції пацієнтів молодого віку під час інверсійного навантаження [10, 11].

Матеріал і методи дослідження. Дослідження проводили за допомогою ультразвукової консолі Acuson Antares 2000 (Siemens) з використанням височастотного широкосмугового лінійного датчика з робочою частотою 7–12 МГц, застосовуючи стандартний акустичний гель.

Дослідник візуалізував і вимірював довжину передньої таранно-малогомілкової зв'язки усіх досліджуваних у двох положеннях, тричі на позицію, щоб отримати середню довжину зв'язки. У першому положенні (положення А) обстежувані лежали на кушетці, досліджувана нижня кінцівка розміщувалася на пристрої для ультразвукового дослідження над'яtkово-гомiлково суглоба у положенні згинання в колінному суглобі під кутом 45°, а ділянка над'яtkово-гомiлково суглоба вільно звисала у положенні підошовного згинання до кута 20° (рис. 1, А). Ця позиція була визначена як нейтральне положення спокою і як базове значення для кожного наступного вимірювання довжини передньої таранно-малогомілкової зв'язки. Відомо, що зв'язка бере свій початок на передньо-бічній поверхні малогомілкової кістки, приблизно на 10 мм проксимальніше її верхівки. До таранної кістки вона кріпиться по краю бічної суглобової поверхні блоку таранної кістки. У нейтральному положенні зв'язка знаходиться практично горизонтально відносно латеральної кісточки. Сонографічний датчик розташовували згідно з її анатомічною локалізацією (рис. 1, В)



Рис. 1. Нейтральне положення нижньої кінцівки для дослідження довжини передньої таранно-малогомілкової зв'язки: А – нейтральне положення досліджуваної нижньої кінцівки, гомілка розташована на пристрої для ультразвукового дослідження. В – розташування сонографічного датчика під час сонографії передньої таранно-малогомілкової зв'язки в нейтральному положенні.

У процесі сонографічного дослідження вимірювали відстань від передньо-латерального краю латеральної кісточки, що відповідає початку передньої таранно-малогомілкової зв'язки, до

передньо-латерального кута бічної поверхні таранної кістки, що відповідає анатомічному місцю фіксації зв'язки. Довжина зв'язки вимірювалася на поздовжньому ультразвуковому зображенні

за допомогою пресет (Preset; [ˌpriːˈset]) сонографічного апарата, що дозволяло проводити вимі-

рювання з точністю до двох знаків після коми (рис. 2).

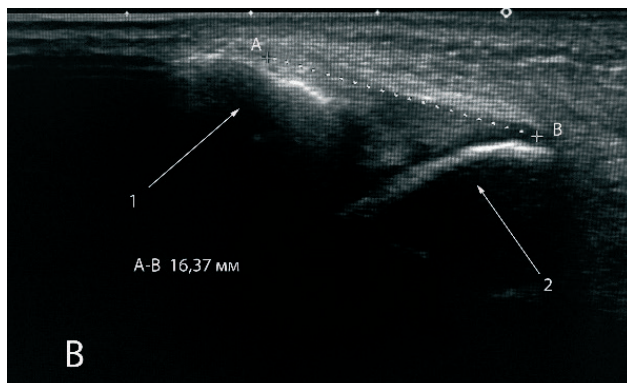
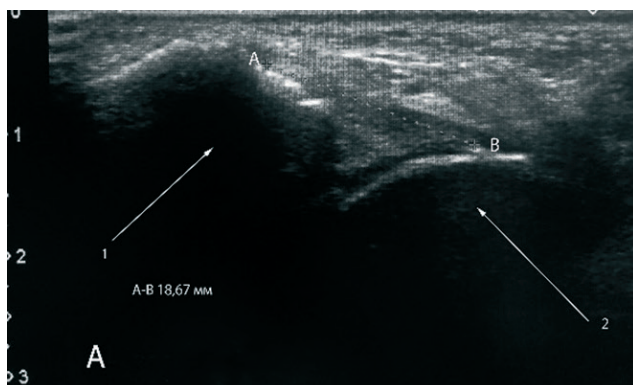


Рис. 2. Вимірювання довжини передньої таранно-малогомілкової зв'язки (ATFL) в нейтральному положенні під час сонографії: А – розміри передньої таранно-малогомілкової зв'язки в нейтральному положенні у досліджуваного чоловічої статі (А-В точки вимірювання передньої таранно-малогомілкової зв'язки в нейтральному положенні, 1 – малогомілкова кістка; 2 – таранна кістка); В – розміри передньої таранно-малогомілкової зв'язки в нейтральному положенні у досліджуваної жіночої статі (А-В точки вимірювання передньої таранно-малогомілкової зв'язки в нейтральному положенні, 1 – малогомілкова кістка; 2 – таранна кістка).

У другому положенні (положення В, максимальної інверсії): досліджувані лежали на оглядовому столі у стандартному вихідному положенні. Дослідник виконував максимальне інверсійне навантаження у надп'яtkово-гомільковому суглобі до настання резистентності тканин (рис. 3).



Рис. 3. Розташування датчика під час сонографії передньої таранно-малогомілкової зв'язки в положенні максимальної інверсії.

Довжину передньої таранно-малогомілкової зв'язки в положенні максимальної інверсії визначали як пряму лінію між вище описаними кістковими орієнтирами, та вимірювали на поздовжньому ультразвуковому зображенні (рис. 4).

Статистичний аналіз проводили за допомогою програмного забезпечення Statistica 8.0. Результати були представлені як середні значення з 95 % довірчим інтервалом. Тест Шапіро – Вілка використовували, щоб підтвердити, чи дані були

нормально розподілені. Коли дані показали нормальний розподіл, для порівняння безперервних даних було використано критерій Стюдента. В іншому випадку проводили U-тест Манна – Уїтні. Для порівняння категоріальних даних використовували критерій хі-квадрат або точний критерій Фішера. Для порівняння результатів УЗД для правої та лівої щиколоток було проведено тест Вілкоксона зі знаковим рангом.

Результати дослідження. Дослідження проводили у 2022–2024 роках. У ньому добровільно взяли участь студенти Тернопільського національного медичного та Тернопільського національного педагогічного університетів. Нами обстежено надп'яtkово-гомількові суглоби обох кінцівок 60 юнаків та 60 дівчат. У вибірку не включали осіб, в анамнезі яких були ушкодження зв'язок надп'яtkово-гомількового суглоба, оперативні втручання на вказаній ділянці, позитивні тести на синдром гіпермобільності суглобів.

Сонографію проводили тричі у нейтральному положенні та при максимальній інверсії. У протокол заносили середнє значення довжини передньої таранно-малогомілкової зв'язки правого та лівого гомільково-стопних суглобів у кожному положенні. В процесі обстеження вивчали основні морфометричні показники досліджуваних (зріст, маса тіла, індекс маси тіла, довжина стопи). Морфометричну характеристику обстежуваних наведено в таблиці 1.

Згідно з даними сонографічних досліджень, середня довжина передньої таранно-малогомілкової зв'язки правого надп'яtkово-гомількового суглоба юнаків у нейтральному положенні становила $(19,08 \pm 0,3)$ мм (табл. 2).

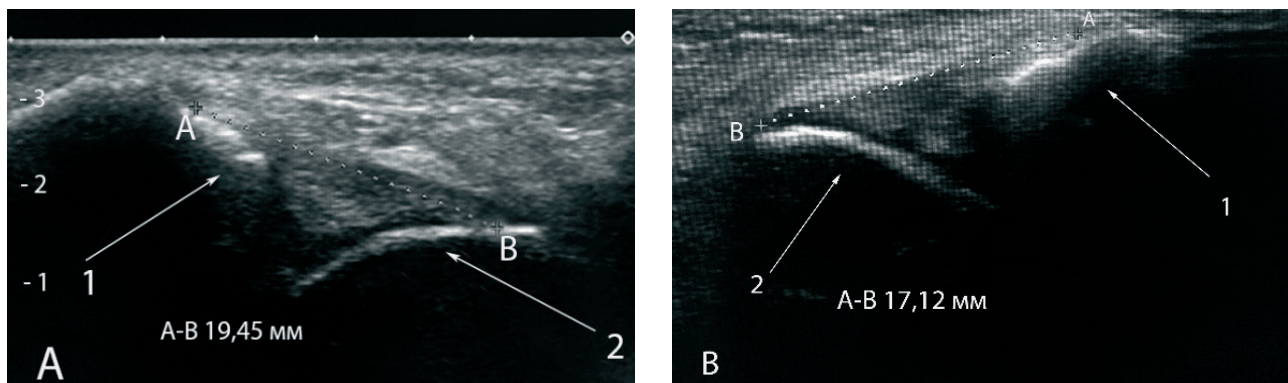


Рис. 4. Вимірювання довжини передньої таранно-малогомілкової зв'язки в положенні інверсійного стрес-тесту під час сонографії. А. Розміри передньої таранно-малогомілкової зв'язки при максимальній інверсії у досліджуваного чоловічої статі (А-В точки вимірювання передньої таранно-малогомілкової зв'язки, 1 – малогомілкова кістка; 2 – таранна кістка); В – розміри передньої таранно-малогомілкової зв'язки при максимальній інверсії у досліджуваної жіночої статі (А-В точки вимірювання передньої таранно-малогомілкової зв'язки, 1 – малогомілкова кістка; 2 – таранна кістка).

Таблиця 1. Морфометрична характеристика обстежуваних

Показники	Юнаки	Дівчата
Вік, роки	22,63±0,11	22,54±0,12
Зріст, см	181,42±0,74	168,68±0,69
Довжина стопи, см	42,87±0,15	37,97±0,16
Маса тіла, кг	76,38±1,22	59,63±0,92
Індекс маси тіла, ум. од.	21,14±0,28	18,05±0,25

Таблиця 2. Довжина передньої таранно-малогомілкової зв'язки у різних тестових положеннях

Група	Тестовий стан	Довжина передньої таранно-малогомілкової зв'язки, правий надп'яtkово-гомілковий суглоб	Довжина передньої таранно-малогомілкової зв'язки, лівий надп'яtkово-гомілковий суглоб	Статистична різниця між зв'язками правого та лівого суглобів, р	Статистична різниця довжини зв'язки у різних положеннях, правий суглоб, р	Статистична різниця довжини зв'язки у різних положеннях, лівий суглоб, р
Юнаки	Нейтральне положення, мм	19,08±0,30	19,08±0,31	>0,05	<0,001	<0,001
	Стрес-тест, мм	19,65±0,30	19,63±0,30	>0,05		
	Різниця довжини зв'язки, мм	0,57	0,56	>0,05		
Дівчата	Нейтральне положення, мм	16,92±0,2	16,9±0,19	>0,05	<0,001	<0,001
	Стрес-тест, мм	17,37±0,20	17,36±0,20	>0,05		
	Різниця довжини зв'язки, мм	0,45	0,45	>0,05		

При максимальній інверсії довжина зв'язки збільшувалася до (19,65±0,3) мм. Різниця в довжині зв'язки між нейтральним положенням та максимальною інверсією становила 0,57 мм. У нейтральному положенні 95 % довірчий інтервал становив 0,078 мм (19,01–19,16 мм), а під час інверсійного стрес-тесту – 0,078 мм (19,58–19,73 мм). Подовження ATFL у відсотковому відношенні склало 2,99 %. Статистична різниця довжини передньої таранно-

малогомілкової зв'язки правого надп'яtkово-гомілкового суглоба між нейтральним положенням та інверсією на рівні $p < 0,001$. Середня довжина передньої таранно-малогомілкової зв'язки лівого надп'яtkово-гомілкового суглоба в юнаків у нейтральному положенні становила (19,08±0,31) мм, при інверсії збільшувалася до (19,63±0,3) мм. 95 % довірчий інтервал в нейтральному положенні становив 0,080 мм (18,99–19,16 мм), а при інверсії

0,078 мм (19,55–19,71 мм). Різниця в довжині зв'язки між нетральним положенням та максимальною інверсією становила 0,56 мм. У відсотках ці дані склали 2,88 %. Статистична різниця довжини передньої таранно-малогомілкової зв'язки лівого надп'яtkово-гомiлкового суглоба між нейтральним положенням та інверсійним навантаженням була на рівні $p < 0,001$.

У дівчат середня довжина передньої таранно-малогомілкової зв'язки правого надп'яtkово-гомiлкового суглоба у нейтральному положенні становила (16,92±0,2) мм. При максимальній інверсії вона збільшувалася до (17,37±0,2) мм. 95 % ДІ становить 0,05 мм у обох положеннях: у нейтральному положенні в межах (16,87–16,97) мм, а під час інверсії – (17,32–17,42) мм. Різниця в довжині зв'язки між нейтральним положенням та максимальною інверсією становила 0,45 мм, що у відсотковому відношенні склало 2,67 %. (табл. 2). Статистична різниця довжини передньої таранно-малогомілкової зв'язки правого надп'яtkово-гомiлкового суглоба між нейтральним положенням та інверсією у дівчат на рівні $p < 0,001$.

Сонографічні дослідження передньої таранно-малогомілкової зв'язки лівого надп'яtkово-го-

мілкового суглоба у дівчат показали, що в нейтральному положенні її довжина становила (16,9±0,19) мм, а при інверсійному навантаженні (17,36±0,20) мм. 95 % довірчий інтервал в обох положеннях 0,05 мм: у нейтральному положенні в межах 16,85–16,95 мм, а при інверсії – 17,31–17,42 мм. Різниця в довжині зв'язки між нейтральним положенням та максимальною інверсією склала 0,45 мм, у відсотках ці дані становили 2,66 %. У дівчат статистична різниця довжини передньої таранно-малогомілкової зв'язки лівого надп'яtkово-гомiлкового суглоба між нейтральним положенням та інверсією була на рівні $p < 0,001$.

Наші дослідження вказують, що у групі юнаків та дівчат відсутня статистично значима різниця між показниками довжини передньої таранно-малогомілкової зв'язки правого та лівого надп'яtkово-гомiлкових суглобів, як у нейтральному положенні, так і при максимальній інверсії ($P > 0,05$). Порівняння довжини передньої таранно-малогомілкової зв'язки юнаків та дівчат у різних положеннях під час тестування в обох суглобах вказує на статистично достовірну різницю між показниками юнаків та дівчат на рівні $p < 0,0001$ (табл. 3).

Таблиця 3. Порівняння довжини передньої таранно-малогомілкової зв'язки юнаків та дівчат у різних положення тестування

Стан тестування	Юнаки (n=60)	Дівчата (n=60)	Статистична різниця юнаки/дівчата P
Довжина передньої таранно-малогомілкової зв'язки в нейтральному положенні, правий надп'яtkово-гомiлковий суглоб, мм	19,08	16,92	<0001
Довжина передньої таранно-малогомілкової зв'язки при інверсії, правий надп'яtkово-гомiлковий суглоб, мм	19,65	17,37	<0001
Різниця довжини зв'язки, правий надп'яtkово-гомiлковий суглоб, мм	0,57	0,45	<0001
Довжина передньої таранно-малогомілкової зв'язки в нейтральному положенні, лівий надп'яtkово-гомiлковий суглоб, мм	19,08	16,90	<0001
Довжина передньої таранно-малогомілкової зв'язки при інверсії, лівий надп'яtkово-гомiлковий суглоб, мм	19,63	17,36	<0001
Різниця довжини зв'язки, лівий надп'яtkово-гомiлковий суглоб мм	0,56	0,45	<0001

Різниця в довжині зв'язки правого надп'яtkово-гомiлкового суглоба у юнаків становить 0,57 мм, а у дівчат 0,45 мм. Аналогічна ситуація прослідковується із довжиною передньої таранно-малогомілкової зв'язки лівого надп'яtkово-гомiлкового суглоба у різних положеннях – 0,56 та 0,45 мм.

Майбутні дослідження повинні включати аналіз сонографічних досліджень передньої таранно-

малогомілкової зв'язки, а саме: її товщину, кількість пучків, ступінь її пошкодження для діагностики пацієнтів із хронічною передньо-латеральною нестабільністю надп'яtkово-гомiлкового суглоба.

Висновки. Результати нашого дослідження вказують, що довжину передньої таранно-малогомілкової зв'язки можна ефективно виміряти, як в нейтральному положенні, так і при максимальній інверсії за допомогою сонографії.

Установлено, що в групі юнаків та дівчат відсутня статистично значима різниця між показниками довжини передньої таранно-малогомілкової зв'язки правого та лівого над'яtkово-гомількових суглобів, як у нейтральному положенні та і при максимальній інверсії ($P>0.05$). Порівняння довжини передньої таранно-малогомілкової зв'язки юнаків та дівчат у різних положеннях під час тестування обох суглобів указує на статистично достовірну різницю на рівні ($P<0.001$).

Висока резистентність передньої таранно-малогомілкової зв'язки на інверсійне навантаження – подовження $<3\%$ може бути причиною її частих ушкоджень.

Джерела фінансування. Власні кошти авторів.

Внесок авторів:

Ю. О. Грубар – концепція та дизайн роботи, збір та аналіз даних, остаточне формування статті;

М. Ю. Грубар – збір та аналіз даних, написання статті, огляд літератури;

Ю. Ю. Грубар – збір та аналіз даних, написання статті, огляд літератури;

І. Я. Грубар – концепція та дизайн роботи, статистична обробка даних, остаточне формування статті.

Конфлікт інтересів. Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Cavazos G. J. Jr., Harkless L. B. The epidemiology, evaluation, and assessment of lateral ankle sprains in athletes. *J. Sports Med. Ther.* 2021. Vol. 6. P. 008–017. DOI: 10.29328/journal.jsmt.1001052
2. Martin R., Davenport T., Paulseth S., Wukich D. Ankle Stability and Movement Coordination Impairments: Ankle Ligament Sprains Clinical Practice Guidelines. *J Ortho Sports Phys Ther.* 2013. Vol. 43. P. A1–A40. DOI: 10.2519/jospt.2013.0305
3. Dalmau-Pastor M., El-Daou H., Stephen J. M. Clinical Relevance and Function of Anterior Talofibular Ligament Superior and Inferior Fascicles: A Robotic Study. *The American Journal of Sports Medicine.* 2023. Vol. 51 (8). P. 2169–2175. DOI: 10.1177/03635465231172196
4. Aicale R., Maffulli N. Chronic Lateral Ankle Instability: Topical Review. *Foot & Ankle International*® 2020. Vol. 41(12). P. 1571–1581. DOI: 10.1177/1071100720962803
5. Larkins L. W., Baker R. T., Baker J. G. Physical Examination of the Ankle: A Review of the Original Orthopedic Special Test Description and Scientific Validity of Common Tests for Ankle Examination. *Arch Rehabil Res Clin Transl.* 2020. Vol. 2(3). P. 100072. DOI: 10.1016/j.arrct.2020.100072
6. Imaging diagnosis for anterior talofibular ligament injury: a systemic review with meta-analysis / M. Cao et. al.

Acta Radiol. 2023. Vol. 64(2). P. 612–624. DOI: 10.1177/02841851221080556

7. Dalal S., Morgan G. J. Chronic lateral ankle instability: Results of two-staged approach, correlation with magnetic resonance imaging findings, and incidence of associated pathologies – a 4-year follow-up study. *Arthrosc. Surg. Sport Med.* 2020. Vol. 1(2). P. 178–185. DOI:10.25259/JASSM_34_2020

8. Teramoto A., Murahashi Y., Shoji H. Quantitative Evaluation of Ankle Instability Using a Capacitance-Type Strain Sensor. *Foot Ankle Orthop.* 2022. Vol. 7(1). DOI: 10.1177/071100721996714

9. Sports Ultrasound, advantages, indications and limitations in upper and lower limbs musculoskeletal disorders. Review article / N. Baloch et al. *Int. J. of Surgery.* 2018. Vol. 54, (B). P. 333–340. DOI: 10.1016/j.ijsu.2017.11.034

10. Грубар Ю.О., Грубар М.Ю. Коптюх Вал В. Пристрій для ультразвукового дослідження гомільково-ступневого суглоба. Патент № 138492 Україна, МПК А61В 8/00; (2019.01); Заявлено 30.05.2019; Опубліковано 25.12.2019. Бюлетень № 22.

11. Грубар Ю.О., Грубар М.Ю. Коптюх Вал В. Спосіб ультразвукового дослідження гомільково-ступневого суглоба. Патент № 138901 Україна, МПК А61В 8/00; (2019.01); Заявлено 30.05.2019; Опубліковано 10.12.2019. Бюлетень № 23.

REFERENCES

1. Cavazos GJ, Harkless LB. The epidemiology, evaluation, and assessment of lateral ankle sprains in athletes. *J Sports Med Ther.* 2021;6:008-017.
2. Martin RL, Davenport TE, Paulseth S, Wukich DK, Godges JJ. Orthopaedic Section American Physical Therapy Association. Ankle stability and movement coordination impairments: ankle ligament sprains. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2013;43(9):A1-40.
3. Dalmau-Pastor M, El-Daou H, Stephen JM, Vega J, Malagelada F, Calder J. Clinical Relevance and Function of

Anterior Talofibular Ligament Superior and Inferior Fascicles: A Robotic Study. *Am J Sports Med.* 2023;51(8):2169-2175.

4. Aicale R, Maffulli N. Chronic Lateral Ankle Instability: Topical Review. *Foot Ankle Int.* 2020;41(12):1571-1581.

5. Larkins LW, Baker RT, Baker JG. Physical Examination of the Ankle: A Review of the Original Orthopedic Special Test Description and Scientific Validity of Common Tests for Ankle Examination. *Arch Rehabil Res Clin Transl.* 2020;2(3):100072.

6. Cao M, Liu S, Zhang X, Ren M, Xiao Z, Chen J, Chen X. Imaging diagnosis for anterior talofibular ligament injury: a systemic review with meta-analysis. *Acta Radiol.* 2023;64(2):612-624.

7. Dalal S, Morgan G. Chronic lateral ankle instability: Results of two-staged approach, correlation with magnetic resonance imaging findings, and incidence of associated pathologies – A 4-year follow-up study. *J Arthroscopic Surg Sports Med.* 2020;1(2):178-185.

8. Teramoto A, Iba K, Murahashi Y, Shoji H, Hirota K, Kawai M, et al. Quantitative Evaluation of Ankle Instability Using a Capacitance-Type Strain Sensor. *Foot Ankle Int.* 2021;42(8):1074-1080.

9. Baloch N, Hasan OH, Jessar MM, Hattori S, Yamada S. "Sports Ultrasound", advantages, indications

and limitations in upper and lower limbs musculoskeletal disorders. Review article. *Int J Surg.* 2018;54(Pt B):333-340.

10. Hrubar YO, Grubar MY, Koptiyukh V. V. Prystriy dlya ul'trazvukovoho doslidzhennya homilkovo-stupnevoho suhlobo. [Device for ultrasound examination of the ankle-foot joint]. Utility model patent No 138492 Ukraine, IPC A61B 8/00; (2019.01). Announced on 05/30/2019. Published on 12/25/2019. Bulletin No. 22. Ukrainian

11. Hrubar YO, Grubar MY, Koptiyukh VV. Sposib ul'trazvukovoho doslidzhennya homilkovo-stupnevoho suhlobo. [Method of ultrasound examination of the ankle joint]. Utility model patent № 138901 Ukraine, IPC A61B 8/00; (2019.01); Announced on 05/30/2019; Published on 10.12.2019. Bulletin No. 23. Ukrainian.

Yu. O. Hrubar¹, M. Yu. Grubar², Yu. Yu. Hrubar², I. Ya. Hrubar³

¹Ivan Horbachevsky Ternopil National Medical University of the Ministry of Health of Ukraine, Ternopil, Ukraine

²Municipal nonprofit enterprise "Ternopil regional clinical hospital" of the Ternopil Regional Council, Ternopil Ukraine

³Ternopil V. Hnatiuk National Pedagogical University, Ternopil, Ukraine

THE EFFECT OF MAXIMAL INVERSION ON THE LENGTH OF THE ANTERIOR TALO-FIBULAR LIGAMENT IN ASYMPTOMATIC PATIENTS

SUMMARY. Sprains of the ankle joint ligament are among the most common injuries of the lower limb. Of these, 65 % are isolated injuries of the anterior talo-fibular ligament. Long-term consequences of ligament rupture can cause the development of osteoarthritis. Studying the response of the anterior talo-fibular ligament (ATFL) to inversion loading is an important sonographic study, however, we have not found normative values for these indicators in young people.

The aim – to study the change in ATFL length in an asymptomatic population of young patients in both joints using ultrasound under inversion loading.

Material and Methods: The length of the anterior talo-fibular ligament was measured in 60 boys and 60 girls. Sonography was performed on both joints, in the two studied positions.

Results: According to sonographic studies, the average length of the anterior talo-fibular ligament of the right ankle joint in boys in a neutral position was 19.08 ± 0.3 mm, the left 19.08 ± 0.31 mm. In girls in a neutral position it was 16.92 ± 0.2 mm, and 16.9 ± 0.19 mm, respectively. With inversion loading, the average length of the ligament in boys was 19.65 ± 0.3 mm on the right, 19.63 ± 0.3 mm on the left, in girls – 17.37 ± 0.2 mm on the right and 17.36 ± 0.20 mm on the left. Comparison of the length of the anterior talo-fibular ligament of boys and girls in different positions during testing in both joints indicates a statistically significant difference between the indicators of boys and girls at the $p < 0.001$ level.

Conclusions: In boys and girls, there is no statistically significant difference between the length indicators of the anterior talo-fibular ligament of the right and left ankle joints, both in the neutral position and at maximum inversion ($p > 0.05$).

KEY WORDS: ankle joints; anterior talo-fibular ligament; inversion loading; sonography.

Отримано 05.04.2025

Електронна адреса для листування: hrubar@tdmu.edu.ua