ВЛИЯНИЕ НА ФОНОФОРЕЗА С ОЗОНИРАН ГЕЛ ВЪРХУ ЛЕЧЕНИЕТО НА ХРОНИЧЕН ЛАТЕРАЛЕН ЕПИКОНДИЛИТ: РАНДОМИЗИРАНО КОНТРОЛИРАНО ПРОУЧВАНЕ

Samir Ahmed ElSabbahi[1], Ahmed Abd-Elaziz Hefny[2], Mohamed Abdelhaleem Kadah[3], Yasser Ramzy Lasheen[4]

История на статията: Получана: 20.05.2023 Преработена: 25.06.2023 Приета: 01.07.2023

Резюме

Предистория: Хроничният латерален епикондилит (ХЛЕ) или „тенис лакът“ се причинява от дегенеративен механизъм на екстензорното сухожилие. (ХЛЕ) може да доведе до големи парични и социални разходи поради загубени работни дни. Озоновите молекули имат противовъзпалителен, аналгетичен, антиоксидантен, имуномодулиращ ефект и се превърнаха в ефективно средство за лечение на мускулно-скелетни заболявания.

Цели: Това проучване е направено, за да изследва ефекта от фонофореза с озониран гел върху интензитета на болката, обхвата на движение на китката, силата на захвата на ръката и дейността на ръцете при пациенти с хроничен латерален епикондилит.

Методология: 40 пациенти с хроничен латерален епикондилит от двата пола са участвали в това проучване след подписване на формуляр за съгласие. Пациентите бяха разпределени на случаен принцип в две равни групи; група А (проучване) и група В (контрола). Група А (проучване) се състои от 20 пациенти, които са получили ултразвук с озониран гел (фонофореза) (1 MHz, 1 W/cm2 непрекъснат режим) за 5 минути в допълнение към конвенционалната програма за физиотерапия (TENS-Транскутанна Електрическа Нервна Стимулация, горещ компрес, опора на лакътната става, упражнения за разтягане и укрепване) 3 пъти седмично в продължение на 4 седмици. Група В (контрола) се състои от 20 пациенти, които са получавали само конвенционалната програма за физиотерапия, 3 пъти седмично в продължение на 4 седмици. Интензитетът на болката беше оценен чрез визуална аналогова скала (VAS), беше измерен обхватът на движение (ROM) при флексия и екстензия на лакътя, дейностите с ръце бяха оценени чрез (Quick DASH) – метод за измерване на нарушени способности на ръка, рамо или китка, и силата на захвата на ръката беше оценена чрез ръчен динамометър. Получени бяха данни от двете групи преди и след лечението.

Резултати: Резултатите от проучването показват значително намаляване на болката, флексия и екстензия на китката, сила на захвата на ръката и функции на ръката в изследваната група в сравнение с контролната група В (p = 0.001). **Заключение:** Фонофореза с озониран гел в допълнение към конвенционалната физиотерапия е ефективен неинвазивен метод на физиотерапия за намаляване на болката, за увеличаване на подвижността на китката и за подобряване на функцията на ръката при пациенти с хроничен латерален епикондилит.

Ключови думи: Хроничен латерален епикодилит, Тенис лакът, Озониран гел и Фонофореза.

1 Професор по физикална терапия, Катедра по фундаментални науки, Факултет по физикална терапия, Cairo University.

2 Физиотерапевт в Общата организация на учебните болници и институти, Al-ahrar Teaching Hospital, Zagazig.

3 Професор в катедрата по ортопедична хирургия, Факултет по медицина, Cairo University, Egypt.

4 Асистент по физикална терапия, Катедра по фундаментални науки, Факултет по физикална терапия, Cairo University.

DOI: 10.48047/ecb/2023.12.Si8.647

ВЪВЕДЕНИЕ

Дегенерация на общото екстензорно сухожилие на предмишницата с продължаващи симптоми се нарича хронична латерална тендинопатия на лакътя. Това е един от най-разпространените симптоми на прекомерна употреба в първичната медицинска помощ. 1% до 3% от населението страда от хроничен латерален епикондилит (ХЛЕ), предимно възрастни на средна възраст без разлика в пола. Поради пропуснати работни дни хроничният латерален епикондилит (ХЛЕ) може да доведе до значителни социални и финансови затруднения (**Kun-Longet al., 2020**).

Ултразвукът се произвежда от преобразувател, съставен от пиезоелектричен кристал, който преобразува електрическата енергия в механична енергия под формата на трептения, които генерират акустични вълни (**Machet et al, 2002**). Използва се от много години за лечение на мускулно-скелетни заболявания като тендинит, епикондилит, теносиновит, бурсит и остеоартрит. Докато преминават през тъкани с различни нива на устойчивост, тези вълни се трансформират в топлина. Ултразвукът също се използва за подобряване на перкутанната абсорбция на лекарства при приложение на фонофореза (**Ferdi et al, 2020; и Okan et al., 2020**).

Фонофорезата е процес на локално прилагане на лекарства за локално приложение под въздействието на ултразвук, който вкарва лекарствените молекули в тъканите, предизвиквайки засилено проникване. Счита се за безболезнено, неинвазивно и има по-малко странични ефекти, тъй като се прилага локално на мястото на болката (**Byl. et al;**

1995). В сравнение с директното локално лечение, фонофорезата доставя по-високи локални концентрации на лекарството, увеличавайки пропускливостта както чрез структурни промени в кожата, така и чрез механизмите на конвекция, вградени в ултразвуковия ефект. (**Cagnie, B et al; 2003**)

Озонът е популярен със своето противовъзпалително и аналгетично действие; той е полезен по отношение на синтеза на биологично активни вещества като интерлевкини, левкотриени и простагландини, което е ценно за намаляване на възпалението и болката. (**Naik et al., 2016**). Озонът се използва при различни състояния за управление на болката и се предполага, че служи като допълнителен и нискорисков начин на лечение (**Al-Jaziri et al., 2008**).

Ставните проблеми, които причиняват остра и хронична болка, могат да бъдат бързо и ефективно облекчени чрез вътреставни инжекции с озон. В резултат, това може да бъде по-добра алтернатива на противовъзпалителните лекарства поради бързото начало на действие, спадане на отока, спад на температурата и подобряване на подвижността на ставите. Доказано е, че има положителен ефект при остеоартроза на коляното, болка в кръста и лумбална седалищна болка (**Anzolin AP, et al, 2021**).

Когато озонът се добави към гелове и масла, той подобрява тяхната стабилност и възможности за съхранение, улеснява използването и съхранението на озоновия газ, предотвратява бързото разграждане, позволява амбулаторно лечение и намалява опасностите, свързани с използването му в газообразна форма в прекомерни или неадекватни дози. (**Sadowska et al, 2008**)

Наличната литература показва, че озонът не се използва много често във физиотерапията. Няма много проучвания за локално лечение на остеоартрит и дискомфорт на коляното. В това проучване искаме да оценим нов подход за лечение на ХЛЕ. Фонофорезата с озониран гел може да бъде полезно лечение за намаляване на страданието и увреждания на индивиди с хроничен латерален епикондилит.

Озонотерапията е потенциално минимално инвазивно, консервативно лечение, което може да се използва самостоятелно или в комбинация с други терапии, за да помогне на хората с мускулно-скелетни заболявания да се представят по-добре и да изпитват по-малко болка. Според различни проучвания ефективността и безопасността на озонотерапията са изследвани предимно в случаи на остеоартрит на коляното и болки в кръста. (**De Sire et al, 2021**)

Въпреки подобренията в терапията на ХЛЕ, понастоящем няма определени критерии (**Kun-Long et al, 2020**). Следователно, целта на това проучване е да се определи дали локалната фонофореза с озониран гел е успешна при лечението на дискомфорта на пациентите с

хроничен латерален епикондилит за подобряване на тяхната мобилност и функционални способности.

МАТЕРИАЛИ И МЕТОДИ

Дизайн на проучването

Това е единично-сляпо рандомизирано контролирано проучване. Проведено е в AL-AhrarZagazig Teaching Hospital от декември 2022 г. до май 2023 г. Участниците в това проучване са подписали формуляр за информирано съгласие. Проучването е одобрено от комисията по изследователска етика на факултета по физикална терапия, Cairo University с регистрационен номер (P.T.REC/012/004131). Clinical Trial.gov ID: NCT05872165

Участници:

Четиридесет пациенти с хроничен латерален епикондилит от двата пола участваха в това проучване, те бяха избрани от амбулаторната клиника на AL-Ahrar Zagazig Teaching Hospital.

Пациентите са диагностицирани и насочени от ортопед въз основа на клинично и рентгенологично изследване. Възрастта им варира от 30 до 50 години, началото на болката е повече от 3 месеца. Всички участници бяха медицински стабилни и без лечение с аналгетици или каквото и да е лекарство, което може да доведе до подвеждащи резултати. Всички пациенти са с индекс на телесна маса между 18,5 и 29,9 kg/m2. Участниците бяха разделени на случаен принцип в две равни групи.

Група А (проучване):

Състои се от 20 пациенти, които са получили ултразвук с озониран гел като свързваща среда (фонофореза) (1 MHz, 1 W/cm2 непрекъснат режим) в продължение на 5 минути, в допълнение към конвенционалната програма за физиотерапия 3 пъти седмично в продължение на 4 седмици.

Група В (контрола):

Състои се от 20 пациенти, които са получавали само конвенционалната физиотерапия 3 пъти седмично в продължение на 4 седмици, включваща TENS, горещ компрес, упражнения за разтягане за екстензорните мускули на китката, упражнения за укрепване на екстензорните и флексорни мускули на китката и шина за опора на китката.

Критерии за включване:

В проучването са включени пациенти, отговарящи на следните критерии:

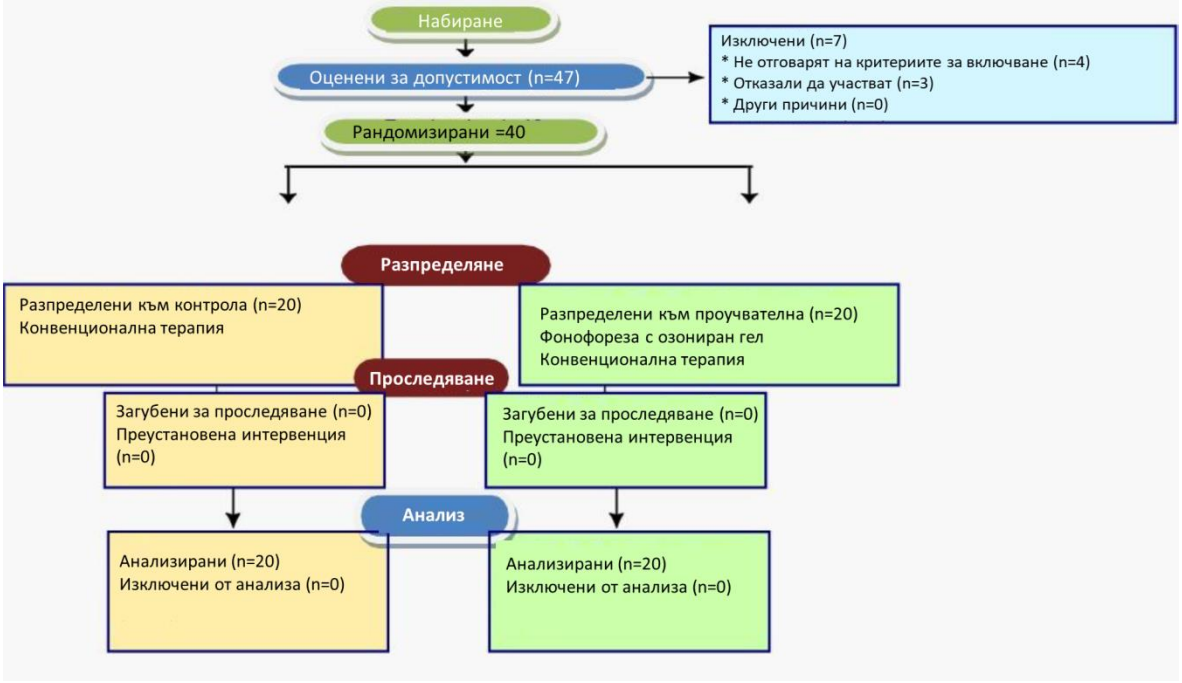
Всички пациенти са диагностицирани с хроничен латерален епикондилит и са от двата пола. Пациентите с хроничен латерален епикондилит са диагностицирани и насочени от ортопед. Положителна клинична изява при всички пациенти. Възрастта на пациентите варира от 30 до 50 години (Giray et al., 2019). Начало на болката е повече от 3 месеца. Всички участници са медицински стабилни и без лечение с аналгетици или каквото и да е лекарство, което може да доведе до подвеждащи резултати. Всички пациенти са имали индекс на телесна маса между 18,5 и 29,9 kg/m2 (Stasinopoulos D, et al; 2005).

Критерии за изключване:

Пациентите с един или повече от следните критерии бяха изключени. Пациенти с нестабилност на лакътя, операция на лакътя, фрактури на рамото или лакътя, артрит и ставен излив, кожни заболявания или отворена рана в областта на лакътя, вътреставно инжектиране с продължителност по-малка от 3 месеци, компресия на радиалния нерв, бременност, анамнеза за онкологично заболяване, системни заболявания като ревматоиден артрит, синдром на Райтер или диабет. Тежки медицински и неврологични или психиатрични разстройства.

Размер на извадката

Изчисляването на размера на извадката беше направено с помощта на софтуера G*power (програма G power версия 3.1, Heinrich-Heine-University, Германия). Минималният достатъчен размер на извадката е 40 субекта, те бяха разделени на 2 групи (проучвателна група А) и (контролна група В) 20 субекта във всяка група.



Рандомизация

Случайното разпределяне беше извършено с помощта на компютъризиран генератор на произволни числа. Бяха подготвени запечатани, непрозрачни и номерирани пликове, съдържащи разпределянето на участниците в групите. След това друг изследовател отвори плика, съдържащ скритото групово разпределение, за да разпредели всеки участник в групата за стандартна грижа или групата за интервенция.

Измервания на резултатите

Интензитетът на болката беше оценен чрез визуална аналогова скала (VAS), измерени бяха ROM (обхват на движение) при екстензия и флексия на лакътя, дейностите на ръцете бяха оценени чрез QuickDASH (измерване на нарушени способности на ръка, рамо или китка) и силата на захвата на ръката беше оценена чрез ръчен динамометър. Данни бяха получени от двете групи преди и след лечението.

Процедура за оценяване

1- Визуална аналогова скала (VAS)

Всеки пациент беше помолен да отбележи ръкописно върху линия от 100 mm (10 cm) точното съответствие на неговата/нейната болка. Тази линия представлява континуум между липсата на болка или дискомфорт (нула) до най-силната болка (10). Измерванията от началната точка на скалата до отметките на пациентите бяха записани и интерпретирани като тяхната интензивност на болката. Резултатите се тълкуват като: липса на болка (0-4 mm), лека болка (5-44 mm), умерена болка (45-74 mm) и силна болка (75-100 mm) (**Jensen et al., 1986**) .

2- Измерване на ROM на движението на китката

За измерване на флексията на китката, фиксираният клон на гониометъра беше позициониран успоредно на предмишницата, а подвижният му клон беше позициониран успоредно на радиалната страна на ръката на пациента. Участниците бяха инструктирани да сгънат ставата на китката си 3 пъти и беше записан средният ROM (обхват на движение) от 3-те опита. За измерване на екстензията на китката, гониометърът беше поставен подобно на настройката за флексия на китката, участниците бяха инструктирани да разгънат китката си 3 пъти и беше записан средният ROM от 3-те опита.

3-Сила на захвата на ръката

Участниците бяха в седнало положение с гръб опрян облегалката на стол и крака на земята. Участниците бяха помолени да поставят ръцете си отстрани с лакти в позиция на

флексия от 90°. Участниците бяха помолени да държат предмишниците и китките си в неутрално положение. След това всеки участник беше инструктиран да стисне цифровия ръчен динамометър възможно най-силно за 3 секунди. След най-малко 4 минути почивка, тестът се повтаря още 2 пъти и се записва средната сила на захвата на ръката от 3-те опита.

4- Оценка на дейностите с ръцете

Въпросникът за измерване на нарушени способности на ръка, рамо или китка (QuickDASH) беше използван за оценка на дейностите на ръцете, Арабска версия (**Alnahdi AH, 2021**). QuickDASH има пет опции за отговор за всеки елемент от 0=без затруднения за изпълнение или без симптоми до 5=неспособност да се направи. Ако поне 10 от 11-те елемента са изпълнени, отговорите се сумират, за да се образува необработен резултат и след това се преобразува в скала 0-100. По-високият резултат отразява по-голямо увреждане (**Gummesson C, et al; 2006**).

- Лечебни процедури:

За проучвателна група (A):

На пациентите е приложен ултразвук с озониран гел като свързваща среда в допълнение към конвенционалната физиотерапия.

- Ултразвук с озониран гел (естествен материал, съставен от суспензия от медицински озон, смес от кислород и озон в съотношение съответно 0,25% и 99,75% и маслиново масло) като свързваща среда (фонофореза-1 MHz, 1 W/cm2 непрекъснат режим) за 5 минути. Пациентът седи в отпусната позиция като засегнатата ръка е на леглото. Поставя се малко количество озониран гел като свързваща среда и ултразвуковата глава се прилага върху латералната страна на засегнатия лакът за 5 минути

- Лечението се прилага повече от 3 пъти седмично в продължение на 4 седмици.

За контролна група (B):

Групата получи конвенционалната физиотерапия само 3 пъти седмично в продължение на 4 седмици, включваща TENS, горещ компрес, упражнения за разтягане за екстензорните мускули на китката, упражнения за укрепване на екстензорни и флексорни мускули на китката и шина за опора на китката

1- TENS

Бяха използвани двуфазни квадратни вълнови импулси с честота 100 Hz и продължителност на импулса 300 μs за обща продължителност от 30 минути. Стимулирането беше осигурено от повърхностни електроди от въглероден каучук (4 cm × 3

cm), закрепени към кожата с лепяща лента над лакътната става на мястото на болката, единият електрод от латералната страна и другият електрод от лявата страна на лакътя с интензитет 20 до 40 m Am. (**Sivaramakrishnan A, et al; 2018**)

2-Електрически горещ компрес за 20 мин.

Пациентът е в отпусната позиция, горещата подложка се поставя върху засегнатия лакът за 20 минути.

3-Упражнения за разтягане и укрепване.

Разтягане:

Прилага се статично разтягане на екстензорите на предмишницата за 30 секунди. Правят се общо шест повторения с почивка от 30 секунди между всяка сесия. Положението на пациента е в легнало положение с лакът, опрян на леглото, ставите на китката свободни извън леглото. Терапевтът поддържа лакътната става с една ръка, а другата ръка разтяга екстензорите на предмишницата.

4- Упражнение за укрепване:

Пациентът беше помолен да направи бавно разгъване на китката и да поддържа позицията. Стартира се активно движение на разгъване на китката със сгънат лакът на 90 градуса, 2-3 серии от 10 повторения, прогресиращи до 5 серии от 10 повторения, според нивото на поносимост. Когато субектът изпълнява повторения без свръхкомпенсация на други мускули, се добавя 1 паунд тежест и се изпълняват 3 серии от 10 повторения, прогресиращи до 5 серии. След това се добавя 1 паунд тежест и се прогресира до 5 серии. След това се добавя още 1 паунд тежест и се прогресира до 3 паунда тежест. Лакътят се разгъва с подобряването на толерантността. За упражнение за укрепване на мускулите на на ръката за увеличаване на силата на захвата, пациентите бяха помолени да хванат ръчен динамометър от седнало положение със сгънат лакът, след което бяха инструктирани да го стиснат колкото може повече за няколко секунди, след което да отпуснат. Следват повторения.

5-Лакътни шини. Пациентът носи налакътник Tynor 4 седмици след физиотерапевтичната сесия.

СТАТИСТИЧЕСКИ АНАЛИЗ

Несдвоен Т-тест (t-test) бе проведен за сравнение на възраст и ИТМ (индекс телесна маса) между групите, а Хи-квадрат тест (Chi-squared test) бе използван за сравнение на

разпределението по пол. Нормалното разпределение на данните беше проверено с помощта на теста на Шапиро-Уилк (Shapiro-Wilk test). Тестът на Левин (Levene's Test) за хомогенност на дисперсиите бе проведен, за да се тества хомогенността между групите.

Смесен многофакторен дисперсионен анализ (MANOVA) бе осъществен, за да се сравнят ефектите в рамките на и между групите върху VAS, Quick DASH, ROM при екстензия и флексия на лакътя и захват на ръката. Бе проведен тест на Бонферрони (Bonferroni corrections) за последващо многократно сравняване. Нивото на значимост за всички статистически тестове беше определено на $p < 0.05$. Целият статистически анализ беше извършен чрез статистическия пакет за социални науки (SPSS) версия 25 за Windows (IBM SPSS, Чикаго, Илинойс, САЩ).

РЕЗУЛТАТИ

- Субективни характеристики:

Таблица (1) показва субективните характеристиките на група А и В. Няма значителна разлика между групите по възраст, ИТМ и полово разпределение ($p > 0,05$).

Таблица 1. Сравнение на субективните характеристики между група А и В:

	Група А	**Група В**	**Статистика**	**p-стойност**
Възраст, средно ± SD (години)	40.15 ± 6.20	40.05 ± 6.12	(t=0.28)	0.78
ИТМ, средно ± SD (години)	24.01 ± 1.07	23.61 ± 1.31	(t=1.06)	0.29
Пол, n (%)				
Женски	9 (45%)	9 (45%)	($\chi2 = 0$)	1
Мъжки	11 (55%)	11 (55%)		

SD - стандартно отклонение; t – стойност на несдвоен Т-тест, χ2 - стойност на Хи-квадрат тест; p-стойност - ниво на значимост.

<u>Ефект от лечението върху VAS, Quick DASH, ROM при екстензия и флексия на лакътя и захват на ръката:</u>

Смесен MANOVA разкри, че има значимо взаимодействие между лечение и време ($F = 260,76$, $p = 0,001$, частичен Ета на квадрат = 0,97). На лице е значим главен ефект на времето ($F = 1307,73$, $p = 0,001$, частичен Ета на квадрат = 0,99). На лице е значим главен ефект на лечението ($F = 72,42$, $p = 0,001$, частичен Ета на квадрат = 0,91).

Вътрегрупово сравнение

Има значимо намаление на VAS и Quick DASH на групи А и В след лечението в сравнение с преди лечението (p<0,001). Процентът на промяна на VAS и Quick DASH на група А е съответно 66,67 и 63,66%; а този на група В е съответно 25,93 и 16,23%. (Таблица 2).

Има значимо увеличение на ROM при екстензия и флексия на китката и на захвата на ръката за групи А и В след лечението в сравнение с преди лечението (p <0,001). Процентът на промяна на ROM при екстензия и флексия на китката и на захвата на ръката за група А е съответно 38,82, 50 и 50,80%; при група В е съответно 19,57, 23,68 и 19,17%. (Таблица 3).

Междугрупово сравнение

Няма значима разлика между групите преди лечението (p>0,05). Има значимо намаление на VAS и Quick DASH при група А в сравнение с група В след лечението (p <0,001). Има значитемо увеличение на ROM при екстензия и флексия на китката и на захвата на ръката при група А в сравнение с група В след лечението (p <0,01). (Таблица 2-3).

Таблица 2. Средни стойности на VAS и Quick DASH преди и след лечение за групи А и В:

	Група А	**Група В**		
	средно ± SD	**средно ± SD**	**MD**	**p стойност**
VAS				
Преди лечението	85.85 ± 4.92	86.40 ± 5.31	-0.55	0.73
След лечението	28.70 ± 3.54	64.00 ± 4.21	-35.3	0.001
MD	57.15	22.4		
% промяна	66.57	25.93		
	p=0.001	***p=0.001***		
Quick DASH				
Преди лечението	81.6 ± 5.65	81.65 ± 6.04	-0.05	0.97
След лечението	29.65 ± 2.51	68.40 ± 4.96	-38.75	0.001
MD	51.95	13.25		
% промяна	63.66	16.23		
	p=0.001	***p=0.001***		

SD - стандартно отклонение; MD – средна разлика, p стойност – стойност на вероятността.

Таблица 3. Среден ROM при екстензия и флексия на китката и захват на ръката преди и след лечение за групи А и В:

	Група А	Група В		
	средно ± SD	**средно ± SD**	**MD**	**p стойност**
ROM при екстензия на китката (градуси)				
Преди лечението	45.60 ± 4.10	46.50 ± 4.32	-0.9	0.5
След лечението	63.30 ± 2.72	55.60 ± 3.85	7.7	0.001
MD	-17.7	-9.1		
% промяна	38.82	19.57		
	p=0.001	***p=0.001***		
ROM при флексия на китката (градуси)				
Преди лечението	40.40 ± 2.60	39.90 ± 3.75	0.5	0.62
След лечението	60.60 ± 2.11	49.35 ± 3.13	11.25	0.001
MD	-20.2	-9.45		
% промяна	50	23.68		
	p=0.001	***p=0.001***		
Захват на ръката (lb)				
Преди лечението	43.90 ± 14.36	47.20 ± 11.85	-3.3	0.43
След лечението	66.20 ± 9.61	56.25 ± 12.84	9.95	0.009
MD	-22.3	-9.05		
% промяна	50.80	19.17		
	p=0.001	***P=0.001***		

SD - стандартно отклонение; MD – средна разлика, p стойност – стойност на вероятността.

ДИСКУСИЯ

Това проучване разглежда как индивиди с хроничен латерален епикондилит реагират на фонофореза с озониран гел по отношение на сериозността на болката, обхвата на движение на китката, силата на захвата на ръката и дейностите с ръце. Статистическият анализ не показва статистическа разлика в оценката преди лечението. Сравняването на общите характеристики на пациентите от двете групи показва, че няма значима разлика между групите по възраст и ИТМ (p> 0,05).

И двете групи показаха добри резултати след лечението, но група А (проучване) показа значително подобрение във всички променливи в сравнение с група В (контрола).

Констатациите от това проучване са в съответствие с тези на **Ulusoy GR et al. (2019)**, които разглеждат ефективността на инжекциите с кортикостероиди и с озон при лечението на 80 индивида (56 жени и 24 мъже; средна възраст 45.8 7.5) с персистираща болка от латерален епикондилит. Докато кортикостероидите се прилагат три пъти веднъж седмично, озонът се инжектира 6-8 пъти на интервали от 3 дни. Те откриха, че групата с озон превъзхожда групата с кортикостероиди по отношение на резултатите за болката на третия, шестия и деветия месец след инжектирането ($p<0,001$ за всички). Резултатите показват, че за пациенти с ХЛЕ, които реагират на конвенционалните лекарства, озоновите инжекции могат да бъдат полезна терапевтична опция.

Освен това резултатът от това проучване съвпада с констатациите на **Martinelli et al (2020)**, които изследват безопасността и ефективността на интрамускулни паравертебрални инжекции с O_2–O_3 (концентрация на O_3 от 16 mcg/mL веднъж седмично) при 168 пациенти страдащи от цервикобрахиална болка. Те откриха значително намаляване на болката при проследяване след 1, 2, 3, 4 и 5 години.

Констатациите на **Beyaz et al. (2018)**, които са използвали интрадискални озонови инжекции за лечение на 44 пациенти с хроничен дискомфорт във врата, причинен от дискова херния, предоставят допълнителна подкрепа за констатациите от настоящото изследване. Техните резултати показват значително намаляване на болката в сравнение с предоперативните нива при последващ преглед на техните оценки за болка по VAS, и не са отбелязани проблеми. Освен това, **според Ucar et al. (2022)** паравертебралното инжектиране на O3/O2 е надеждно и ефикасно лечение на дискомфорт във врата, причинен от заболяване на цервикалния диск.

Предполагаме, че забележимото подобрение на болката по VAS, както и на флексията и екстензията на китката, силата на захвата и функциите на ръката се основават на добре доказаните благоприятни биологични свойства на озоновата молекула. Молекулата на озон има противовъзпалителен, аналгетичен, антиоксидантен, имуномодулиращ ефект и увеличава кръвоснабдяването **(Seyam O, et al ; 2018)**. Според **Moretti M. (2012)** озонотерапията причинява тъканна хипероксигенация и се е превърнала в полезна терапевтична възможност за лечение на мускулно-скелетни проблеми.

Лечението с озон се използва при рехабилитация на хора с болки в гърба, синдром на миофасциална болка, тендинит и наранявания на сухожилията. Локалните инжекции с озон вече се използват като терапевтична опция за мускулно-скелетни заболявания. **(Muto M, et al; 2008- Simonetti L, et al; 2003)**

Озонотерапията постига терапевтични ефекти чрез подобряване на оксигенацията на тъканите, ускоряване на използването на глюкозата в клетъчния метаболизъм, подобряване на протеиновия метаболизъм, повишаване на активността на еритроцитите, инхибиране на възпалителни медиатори, намаляване на синтеза на простагландини и намаляване на оксидативния стрес в биологичните тъкани. **(Agasarov LG, et al; 2022)**.

Резултатите от настоящото проучване са в съответствие с тези на **Bahrami MH et al. (2019)**, които изследват ефикасността на инжектирането на озон за лечение на синдрома на карпалния тунел. Включени са две паралелни групи от 40 индивида с лек до умерен синдром на карпалния тунел. Шина, поддържаща воларната повърхност на китката в покой, е носена от членовете на двете групи продължение на 8 седмици, докато членовете на интервенционната група са получили единична доза локална озонова инжекция. Използвана е една и съща техника за шиниране. Проучването на средната нервна проводимост, Бостънският въпросник (BQ), визуалната аналогова скала (VAS) за болка, интензивността на симптомите и функционалното състояние са преоценени 10 седмици след лечението. И двете групи отбелязват значителни подобрения във всички показатели, включително VAS, тежестта на симптомите и функционалния статус, с най-големи промени в VAS. В сравнение с контролната група VAS е значително намален в групата с озон.

Резултатите от настоящото проучване разкриха значително подобрение в изследваната група и значително намаляване на интензивността на болката и в двете групи. Това може да се обясни с използването на TENS, който се основава на Теорията за порталния контрол на болката (Gate-control Theory). Това става чрез стимулиране на 83-те инхибиторни интерневрона в субстанция желатиноза на дорзалния рог на гръбначния мозък и чрез стимулиране на първичните сензорни аференти с голям диаметър (А-бета), които блокират предаването на ноцицептивните сигнали от А-делта с малък диаметър и С влакна. **(Khadilkar et al, 2008).**

ЗАКЛЮЧЕНИЕ:

Фонофореза с озониран гел в допълнение към конвенционалната физиотерапия е ефективен неинвазивен метод на физиотерапия за намаляване на болката, увеличаване на подвижността на китката и силата на захвата, и подобряване на функцията на ръката при пациенти с хроничен латерален епикондилит.

ПРЕПОРЪКИ:

1-Необходими са допълнителни изследвания, за да се определи ефектът на озонирания гел върху различни мускулно-скелетни нарушения.

2- За да се сравни ефективността на озонирания гел с други форми на лечение на хроничен латерален епикондилит, са необходими повече изследвания.

РЕФЕРЕНЦИИ

1. Agasarov LG, Konchugova TV, Kulchitskaya DB, Davyan OS, Apkhanova TV, Fesyun AD, Rachin AP, Yakovlev MY, Terentev KV, Sanina NP. Local ozone therapy options for lumbosacral dorsopathy. Eur J TranslMyol. 2022 Jul 8;32(3):10684. doi: 10.4081/ejtm.2022.10684. PMID: 35801635; PMCID: PMC9580535.
2. Al-Jaziri AA, Mahmoodi SM. Painkilling effect of ozone-oxygen injection on spine and joint osteoarthritis. Saudi Med J. 2008 Apr;29(4):553-7. PMID: 18382798.
3. Alnahdi AH. Validity and reliability of the Arabic quick disabilities of the arm, Shoulder and Hand (QuickDASH-Arabic). Musculoskelet Sci Pract. 2021 Jun;53:102372. doi: 10.1016/j.msksp.2021.102372. Epub 2021 Mar 23. PMID: 33780697.
4. Anzolin AP, Collares DDS, Tadeu Dos Santos R, Pasqualotti A, Rossato-Grando LG, Bertol CD. Effectiveness of topical ozonated oil in severe osteoarthritis: A randomised, triple-blinded, placebo-controlled study. Complement Ther Clin Pract. 2021 May;43:101351. doi: 10.1016/j.ctcp.2021.101351. Epub 2021 Mar 5. PMID: 33706065.
5. Bahrami MH, Raeissadat SA, Nezamabadi M, Hojjati F, Rahimi-Dehgolan S. Interesting effectiveness of ozone injection for carpal tunnel syndrome treatment: a randomized controlled trial. Orthop Res Rev. 2019 May 6;11:61-67. doi: 10.2147/ORR.S202780. PMID: 31123423; PMCID: PMC6510386.
6. Beyaz SG, Sayhan H. Six-Month Results of Cervical Intradiscal Oxygen-Ozone Mixture Therapy on Patients with Neck Pain: Preliminary Findings. Pain Physician. 2018 Jul;21(4):E449-E456. PMID: 30045611.
7. Byl, N.B., 1995. The use of ultrasound as an enhancer for transcutaneous drug delivery: phonophoresis. Phys. Ther. 75, 539–553.
8. Cagnie B, Vinck E, Rimbaut S, Vanderstraeten G. Phonophoresis versus topical application of ketoprofen: comparison between tissue and plasma levels. Phys Ther. 2003 Aug;83(8):707-12. PMID: 12882611.
9. De Sire A, Agostini F, Lippi L, Mangone M, Marchese S, Cisari C, Bernetti A, Invernizzi M. Oxygen-Ozone Therapy in the Rehabilitation Field: State of the Art on Mechanisms of Action, Safety and Effectiveness in Patients with Musculoskeletal Disorders. Biomolecules. 2021 Feb 26;11(3):356. doi: 10.3390/biom11030356. PMID: 33652804; PMCID: PMC7996934.
10. FerdiBaşkurt 1, Ayşe Ozcan, CandanAlgun “Comparing the efficiency of ultrasound, ketoprofen, and mucopolysaccharide polysulfate phonophoresis in the treatment of lateral epicondylitis”: A randomized-controlled clinical study,Turk J Phys Med Rehabil. 2020 Aug 18;66(3):307315. doi: 10.5606/tftrd.2020.4433. eCollection 2020 Sep.
11. Giray E, Karali-Bingul D, Akyuz G. The Effectiveness ofKinesiotaping, Sham Taping or Exercises Only in Lateral Epicondylitis Treatment: A Randomized Controlled Study. PM R. 2019 Jul;11(7):681-693. doi: 10.1002/pmrj.12067. Epub 2019 Mar 28. PMID: 30609278.

12. Gummesson C, Ward MM, Atroshi I. The shortened disabilities of the arm, shoulder and hand questionnaire (QuickDASH): validity and reliability based on responses within the full-length DASH. BMC MusculoskeletDisord 2006;7:44.
13. Jesus C, Trevisani V, Santos F. Comparison Between Intra Articular Ozone and Placebo in the Treatment of Knee Osteoarthritis: A Multicentric, Comparative, Randomized and Double-Blinded Clinical Trial [abstract]. Arthritis Rheumatol. 2015;67 (suppl 10).
14. Khadilkar A, Odebiyi DO, Brosseau L, Wells GA. Transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS) versus placebo for chronic low-back pain. Cochrane Database Syst Rev. 2008 Oct 8;2008(4):CD003008. doi: 10.1002/14651858.CD003008.pub3. PMID: 18843638; PMCID: PMC7138213.
15. Kun-Long Ma1 and Hai-Qiang Wang 2"Management of Lateral Epicondylitis: A Narrative Literature Review" May 2020,32454922
16. Machet L, Boucaud A. Phonophoresis: efficiency, mechanisms and skin tolerance. Int J Pharm. 2002 Aug 28;243(1-2):1-15. doi: 10.1016/s0378-5173(02)00299-5. PMID: 12176291.
17. Martinelli M., Giovannangeli F., Venditto T., Travagli V. The use of oxygen ozone therapy in the treatment of cervicobrachial pain: Case series study. *J. Biol. Regul. Homeost. Agents.* 2020;34:47–55.
18. Moretti M. Effectiveness of oxygenozone and hyaluronic acid injections in De Quervain's syndrome. Int J Ozone Ther 2012; 11:31-33
19. Muto M, Ambrosanio G, Guarnieri G, et al. Low back pain and sciatica: treatment with intradiscal-intraforaminal O(2)-O (3) injection. Our experience. La Radiologia Medica 2008; 113:695-706
20. Okan S, ÇağlıyanTürk A. Comparing the efficiency of ultrasound, ketoprofen, and mucopolysaccharide polysulfate phonophoresis in the treatment of lateral epicondylitis: A randomized-controlled clinical study. Turk J Phys Med Rehabil. 2020 Aug 18;66(3):307-315. doi: 10.5606/tftrd.2020.4433. PMID: 33089087; PMCID: PMC7557626.
21. Sadowska J, Johansson B, Johannessen E, Friman R, Broniarz-Press L, Rosenholm JB. Characterization of ozonated vegetable oils by spectroscopic and chromatographic methods. Chem Phys Lipids. 2008 Feb;151(2):85-91. doi: 10.1016/j.chemphyslip.2007.10.004. Epub 2007 Oct 25. PMID: 18023273.
22. Seyam O, Smith NL, Reid I, Gandhi J, Jiang W, Khan SA. Clinical utility of ozone therapy for musculoskeletal disorders. Medical Gas Research 2018; 8:103-110.
23. Stasinopoulos D, Stasinopoulou K, Johnson MI. An exercise programme for the management of lateral elbow tendinopathy. Br J Sports Med 2005;39:944–7.
24. Ucar D, Uçar S, Özcan Ç, Polat Ö, Çaçan MA, Uçar BY. Retrospective observational study of intramuscular oxygen-ozone therapy for the treatment of neck pain: cervical paravertebral injection. Med Gas Res. 2020 Oct-Dec;10(4):170-173. doi: 10.4103/2045-9912.286980. PMID: 33380583; PMCID: PMC8092154.
25. Ulusoy GR, Bilge A, Öztürk Ö. Comparison of corticosteroid injection and ozone injection for relief of pain in chronic lateral epicondylitis. Acta Orthop Belg. 2019 Sep;85(3):317-324. PMID: 31677627.