

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ТРАВМАТОЛОГІЯ І ОРТОПЕДІЯ

© Шимон В.М., Дєдуч Н.В., Пічкарь І.Й., 2010

УДК 616.721.1-08:615.849.19

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ЗАСТОСУВАННЯ ДІОДНОГО ЛАЗЕРА ДЛЯ СТИМУЛЯЦІЇ РЕГЕНЕРАЦІЇ МІЖХРЕБЦЕВИХ ДИСКІВ

¹Шимон В.М., ²Дєдуч Н.В., ¹Пічкарь І.Й.

¹Ужгородський національний університет, медичний факультет, кафедра загальної хірургії, травматології та ортопедії, оперативної хірургії, судової медицини, м. Ужгород

²Інститут патології хребта та суглобів імені проф. М.І. Ситенка АМН України, м. Харків

РЕЗЮМЕ: в статті приводяться дані експериментального дослідження, проведеного на 36 лабораторних щурах, метою якого було дослідити морфологічні зміни міжхребцевого диска під впливом високоінтенсивного лазерного випромінювання різної потужності. На основі отриманих даних визначається можливість використання випромінювання високоінтенсивного діодного лазера для лікування патології хребта. Підібрано оптимальні параметри лазерного випромінювання для максимальної стимуляції репаративного процесу в міжхребцевому диску.

Ключові слова: лазер, міжхребцевий диск, експеримент, морфологія

Вступ. Проблема регенерації міжхребцевого диска є важливою з точки зору теоретичної та практичної ортопедії і травматології, у зв'язку з тим, що кількість пацієнтів із захворюваннями й uszkodженнями хребта з роками не зменшується [2].

Міжхребцевий диск – найбільш аваскулярна тканина в організмі людини, а драглисте ядро – одна із малоклітинних тканин організму. В зрілому віці окремі капіляри зберігаються лише в периферичних відділах волокнистого кільця. Деякі роботи вказують на те, що до 10-річного віку гине більшість клітин драглистого ядра і в ньому починаються дегенеративні зміни [1].

Основним завданням при цьому є призупинення подальших дегенеративних змін міжхребцевого диску та відновлення клітинного та хімічного складу драглистого ядра.

Є роботи, присвячені регенерації міжхребцевого диска після проведеного хемонуклеолізу [10, 8]. Лише невелика кількість наукових праць присвячена гістологічному дослідженню міжхребцевого диску після впливу лазерного випромінювання [4, 3]. В основному це роботи, присвячені дії Nd:YAG лазерного випромінювання з довжиною хвилі 1064 нм [11, 5, 6].

Вперше вплив лазерного випромінювання на міжхребцевий диск було досліджено в кролів [9]. На думку Sobol, механізм індукованої лазером

регенерації полягає в утворенні нанопор, які підвищують проникність гіалінових замикальних пластин, що забезпечує живлення клітин, і активації клітин через механічні коливання під час періодичного термічного розширення драглистого ядра [9]. А на думку Iwatsuki K. один із механізмів забезпечення позитивного ефекту після ЧЛВД є зменшення рівня агресивних факторів в пульповому ядрі [12].

В одній з робіт [11] автори виконували вапоризацію поперекових міжхребцевих дисків у 12 дорослих собак трансперитонеальним доступом з використанням випромінювання Nd:YAG лазера з довжиною хвилі 1064 нм з кварцовим оптичним волокном 600 мкм і встановили, що через 2 і 4 тижні починала проліферувати фіброзна тканина, але хрящова тканина замінила її лише через 12 тижнів.

Turgut et al. у своєму дослідженні показали, що хрящова тканина утворюється через 60 днів після вапоризації [6]. В іншому дослідженні культивовані клітини вводили в лакуни міжхребцевого диску, в якому драглисте ядро було попередньо вапоризовано лазером. При гістологічному дослідженні клітини були життєздатні, показували проліферативну активність і продукували подібний до гіалінового хрящ [5].

Експериментальних досліджень, присвячених регенерації тканин міжхребцевого диску після впливу випромінювання діодного лазера з довжи-

ною хвилі 940 нм, у доступній літературі ми не знайшли.

Мета дослідження. Вивчити вплив лазерного випромінювання високоінтенсивного діодного лазера з довжиною хвилі 980 нм та різних потужностей на міжхребцеві диски білих лабораторних щурів.

Матеріали та методи. Дослідження проведено на міжхребцевих дисках хвостових відділів 36 статевозрілих самців білих лабораторних щурів лінії Wistar (живою вагою 230 ± 15 г).

Щурів поділено на чотири групи. До першої групи увійшли тварини, яким у експерименті використали лазерне випромінювання (ЛВ) з довжиною хвилі 940 нм, потужністю 6 Вт, протягом 5 сек. у постійному режимі випромінювання. До другої групи увійшли тварини, яким у експерименті використали ЛВ з довжиною хвилі 940 нм, потужністю 10 Вт, протягом 5 сек. у постійному режимі випромінювання. До третьої групи увійшли тварини, яким у експерименті використали ЛВ з довжиною хвилі 940 нм, потужністю 14 Вт, протягом 5 сек. у постійному режимі випромінювання. Четверта група була контрольною. Тваринам з цієї групи виконано моделювання травматичного пошкодження диску зубним бором (діаметр 1,5 мм) до драглистого ядра.

Саме така потужність та експозиція були обрані тому, що за даними огляду літератури їх найчастіше використовують для проведення лазерної вапоризації міжхребцевих дисків з іншими лазерами та іншими довжинами хвиль.

Техніка виконання операції. Оперативне втручання було виконано під загальним знеболенням – тіопенталовим наркозом. Щури були фіксовані на животі. В умовах асептики у ділянці 3–4-го хребців хвостового відділу хребта був виконаний розріз шкіри та оголені міжхребцеві диски.

На міжхребцевих дисках у фронтальній площині з однієї позиції виконували вапоризацію неперервним лазерним випромінюванням. Джерелом лазерного випромінювання слугувала сертифікована вітчизняна установка «Ліка-хірург» виробництва Черкаського підприємства «Фотоніка Плюс» з довжиною хвилі 940 нм, потужністю до 30 Вт та можливістю роботи у постійному та модульованому режимах.

Виведення щурів із експерименту, як контрольної, так і дослідних груп, було проведено на 14, 30 та 60 добу (по 3 щура на кожний термін у всіх групах) шляхом передозування ефіру, у відповідності до правил «Європейської конвенції захисту хребетних тварин, які використовуються у експериментальних та інших наукових цілях» [7].

Після виведення тварин із експерименту, хвостові відділи щурів з ділянкою вапоризації, вище та нижче розташовані хребтові сегменти фіксували у нейтральному формаліні, декальці-

нували у 5% розчині азотної кислоти, проводили через спирти висхідної концентрації та поміщали у целоїдин. На мікромомі «Reichert» виготовляли зрізи товщиною 7–10 мкм, які забарвлювали гематоксиліном та еозином. Зрізи досліджували під мікроскопом «Micros» та фотографували під мікроскопом «AxioStar Plus». Висоту міжхребцевих дисків вимірювали у трьох зонах (дві крайові та центральна), використовуючи окуляр-мікрометр МОВ-1-16х.

Результати досліджень та їх обговорення. На 14 добу у першій групі тварин у ділянці міжхребцевого диска під впливом ЛВ потужністю 6Вт протягом 5 сек. з енергетичним навантаженням 30 Дж визначались локальні деструктивні порушення. Вони розповсюджувалися від крайових відділів волокнистого кільця до драглистого ядра.

У фіброзному кільці мало місце порушення будови колагенових пластин, вони були розшаровані, щільність клітин низька, на ділянках вони були відсутні. Поряд із описаними деструктивними порушеннями визначались ознаки репаративних проявів, що пов'язані з формуванням вогнищ хондроїду та фібробластичних проліфератів між пучками колагенових волокон, а також у вогнищах деструкції (рис. 1А).

У пульпозному ядрі були ділянки без клітин. У матриксі, що мав вигляд гомогенної маси, з крайових відділів у нього проростали фіброласти. У збережених ділянках драглистого ядра клітини розташовувались ізольованими групами, мав місце пікноз та каріорексис.

У другій групі тварин після впливу ЛВ потужністю 10 Вт протягом 5 сек. з енергетичним навантаженням 50 Дж у ділянці волокнистого кільця розташовувались вузькі деструктивні щілини та невеликі порожнини, навколо яких були відсутні клітини. Мала місце фрагментація пучків колагенових волокон, їх розшарування, порушення будови пластин (рис. 1Б).

У пульпозному ядрі міжхребцевих дисків щурів після впливу ЛВ потужністю 10 Вт визначали порушення цілісності клітинного синцитію за рахунок фрагментації драглистого ядра.

У третій групі тварин після впливу ЛВ потужністю 14 Вт протягом 5 сек. з енергетичним навантаженням 70 Дж виявлені деструктивні зміни як у фіброзному кільці, так й у драглистому ядрі.

Волокнисте кільце розшароване, пластини з деструктивними порушеннями колагенових волокон, щільність клітин навколо щілин низька (рис. 1В). Поодинокі фіброласти мають щільні ядра, які оточені вузькою цитоплазмою, що свідчить про їх низьку активність.

Драглисте ядро було зруйноване. Визначались великі вогнища детриту, порожнини та фрагменти драглистого ядра без клітин.

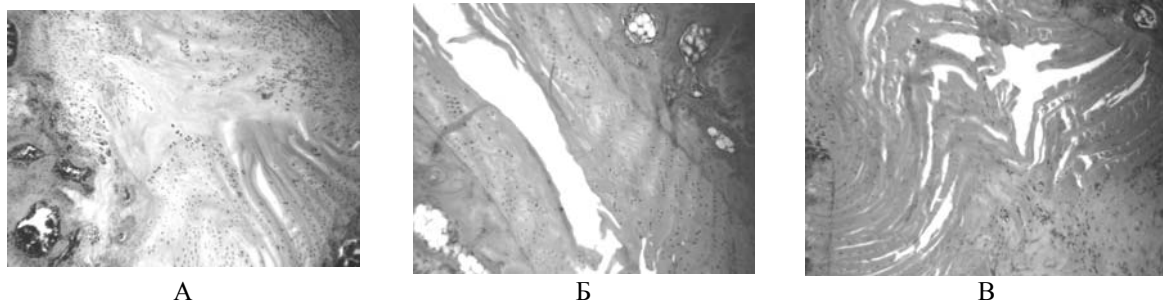


Рис. 1. Фрагмент міжхребцевого диска хвостового відділу щурів після впливу високоінтенсивного лазерного випромінювання. 14 доба. Збільшення 1:125. Забарвлення: гематоксилін та еозин. А) Ділянки деструкції в фіброзному кільці. Репаративні прояви у вигляді формування хондроїда, фібробластичні проліферати у зоні драглистого ядра (режим роботи – постійний, потужність 6 Вт, експозиція 5 сек., енергетичне навантаження 30 Дж). Б) Тріщини та щілина у ділянці волокнистого кільця (режим роботи – постійний, потужність 10 Вт, експозиція 5 сек., енергетичне навантаження 50 Дж). В) Деструктивні щілини у фіброзному кільці у ділянці впливу лазерного випромінювання (режим роботи – постійний, потужність 14 Вт, експозиція 5 сек., енергетичне навантаження 70 Дж).

Відновні процеси у фіброзному кільці та у драглистому ядрі були слабо виражені. Визначалися поодинокі розташовані фіброласти, а також скупчення клітин навколо ділянок із деструктивними порушеннями.

Таким чином, з трьох досліджуваних режимів на 14 добу найбільші прояви деструктивних порушень зафіксовано у тварин при використанні лазерного випромінювання потужністю 14 та 10 Вт. Виражені репаративні прояви, поряд із деструктивними, спостерігались у міжхребцевих дисках при використанні лазерного випромінювання меншої потужності – 6 Вт (30 Дж).

На 30-у добу у першій групі хворих при використанні ЛВ потужністю 6 Вт деструктивні зміни у міжхребцевому диску полягали у наявності невеликих безклітинних ділянок у фіброзному кільці, порушенні його пошарової будови, зміні забарвлення пучків колагенових волокон (рис. 2А), що свідчить про порушення тинкторіальних властивостей.

Поряд із деструктивними змінами у фіброзному кільці та драглистому ядрі спостерігаються і відновні процеси, які пов'язані з формуванням стрічкоподібних проліфератів фіброластоподібних клітин, що за структурною організацією можуть бути віднесені до фіброхондроцитів. Клітини заповнювали невеликі тріщини та щілини, або розташовувалися поряд з ними.

У крайових відділах міжхребцевого диску виявлялися обширні території новоутвореного гіалінового хряща. Хондроцити у таких ділянках розташовувалися у широких капсулах, формували ізогенні групи, мали великі ядра, які забарвлювались слабо базофільно. Хондроїд щільно контактував із прилеглою кісткою тіла хребця.

У міжхребцевих дисках тварин другої групи після впливу ЛВ потужністю 10 Вт деструктивні зміни прогресували (рис. 2Б). У фіброзному кільці визначались зони деструкції колагенових волокон (вогнища некрозу, розтріскування, руйнування

поперечних пластин, ділянки гіалінозу, виражені порушення тинкторіальних якостей. Однак поряд із такими ділянками розташовувалися невеликі вогнища хондроїду, які концентрувалися у крайових відділах міжхребцевого диска, а також великі ділянки сполучної тканини, яка вросла у деструктивно порушені диски.

У ділянці драглистого ядра визначались значні порожнини, краї яких мали виражено базофільне забарвлення. Місцями визначались глибокі тріщини та щілини. Навколо таких порожнин та тріщин клітини були відсутні або мали пікнотичні ядра. Подекуди у ділянках збереженого драглистого ядра розташовувалися великі кластери клітин хрящового диферону. Частина клітин мала у цитоплазмі великі вакуолі, що є ознакою гіпертрофії.

Проліферати сполучної тканини з волокнистого кільця проникали у драглисте ядро, заміщаючи його. У пульпозному ядрі зберігалися лише окремі групи клітин, що знаходилися серед неупорядковано розташованих колагенових волокон.

Міжхребцеві диски тварин третьої групи після дії ЛВ потужністю 14 Вт мали ознаки деструктивного та репаративного процесів. У фіброзному кільці зберігалися пластини волокнистого кільця, сформовані колагеновими волокнами, однак вони були без клітин. Поміж пластин вросла сполучна тканина з високою щільністю клітин фібробластичного диферону (рис. 2В). Однак у деяких ділянках зрощення було слабке. Ділянка драглистого ядра зберігала ознаки деструкції.

У ділянках кістки, прилеглої до міжхребцевого диску, спостерігалось порушення щільності кісткових трабекул та розростання фіброретикулярної тканини у міжтрабекулярних просторах.

Таким чином, найбільш виражені репаративні прояви зафіксовані при використанні експозиції ЛВ 5 сек., потужністю 6 Вт та енергетичним навантаженням 30 Дж.

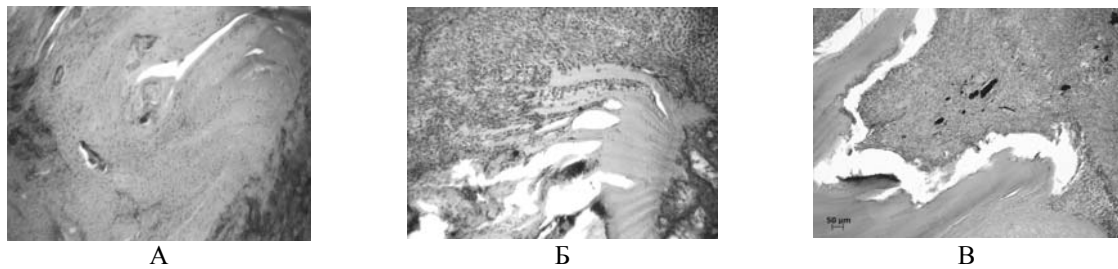


Рис. 2. Фрагмент міжхребцевого диска хвостового відділу шурів після впливу високоінтенсивного лазерного випромінювання. 30 доба. Збільшення 1:125. Забарвлення: гематоксилін та еозин. А) Ділянки волокнистого хряща, що заміщують деструктивні порожнини у міжхребцевому диску. Поодинокі щілини (режим роботи – постійний, потужність 6 Вт, експозиція 5 сек., енергетичне навантаження 30 Дж); Б) Тріщини та щілини у внутрішніх ділянках волокнистого кільця, загибель клітин у пластинах волокнистого кільця. Ділянки з проліфератами фібробластів (режим роботи – постійний, потужність 10 Вт, експозиція 5 с, енергетичне навантаження 50 Дж). В) Деструктивні щілини у зоні волокнистого кільця, обширні ділянки без клітин. Вростання сполучної тканини у ділянці деструкції волокнистого кільця. (режим роботи лазера – постійний, потужність 14 Вт, експозиція 5 с, енергетичне навантаження 70 Дж).

На 60 добу у міжхребцевих дисках тварин першої групи після впливу ЛВ потужністю 6 Вт переважали репаративні прояви, пов'язані з фібротизацією як волокнистого кільця, так і драглистого ядра. Між невеликими безклітинними фрагментами пластинок волокнистого кільця розташовувалася сполучна тканина з високою щільністю клітин фібробластичного диферону та пучків колагенових волокон різного ступеня зрілості. Мало місце проростання сполучної тканини у глибокі відділи диска (рис. 3А). Межа між драглистим ядром та волокнистим кільцем була згладжена за рахунок розростання волокнистого хряща на всій ділянці міжхребцевого диска. У крайових відділах диска розташовувався хондроїд у вигляді невеликих ділянок. Хондроїд та новоутворена сполучна тканина щільно контактували, формуючи фіброзно-хрящове зрощення.

У ділянці драглистого ядра розташовувалася новоутворена сполучна тканина, яка складалася з товстих пучків колагенових волокон, між якими повздовж розташовувалися клітини фібробластичного диферону. Значну ділянку займав волокнистий хрящ, який у вигляді тяжів із пучків колагенових волокон та фіброхондроцитів поміж них, розташовувався на ділянці міжтілового простору. Матрикс волокнистого хряща відрізнявся від сполучної тканини наявністю метакромазії, він забарвлений слабо фіолетовим кольором.

У крайових відділах міжхребцевого диска розташовувалися великі ділянки хондроїду, які були щільно пов'язані з кістковою тканиною тіл хребців, формуючи кістково-хрящове зрощення. Серед осередків хондроїду розташовувалися трабекули кісткової тканини з великою щільністю остеоцитів та остеобластів у крайових відділах трабекул, що свідчить про перебудову хондроїду за рахунок вростання судин.

У другій групі тварин при використанні ЛВ потужністю 10 Вт на 60-у добу у фіброзному кільці та

драглистому ядрі виявляли ознаки репаративних прояв на тлі деструктивних порушень структури міжхребцевого диска (рис. 3Б). Характер деструктивних змін був аналогічним вищеописаним на попередніх термінах.

Репаративні прояви були аналогічними до попередніх – формування ділянок сполучної тканини, волокнистого хряща та вогнищ хондроїду, представленого гіаліновим хрящем. Однак при порівнянні з попередніми режимами дії лазера, вогнища деструкції були більш обширними, ніж ділянки репарації.

У третій групі тварин при використанні ЛВ потужністю 14 Вт поряд з деструктивними проявами у міжхребцевому диску – присутністю деструктивних залишків волокнистого кільця та драглистого ядра, які розташовувалися як у крайових, так і у центральних частинах диска, виявлялися ознаки регенерації диску – формування ділянок сполучної тканини, волокнистого хряща та хондроїду в міжтіловому просторі (рис. 3В). Однак площа таких ділянок була значно меншою, ніж при використанні більш низьких режимів вапоризації.

Для порівняння регенерації диску після травматичного ушкодження та після різних режимів вапоризації, у дисках контрольних шурів було зроблено дефект, аналогічний такому при введенні світлодіоду у диск. У тварин цієї групи при мікроскопічному дослідженні виявлено, що репаративні процеси у міжхребцевому диску сповільнені і переважають деструктивні прояви. Так, волокнисте кільце було розшаровано за рахунок порушення щільності з'єднання пластинок (рис. 3Г). Поміж ними виявлялися деструктивні порожнини та щілини. Пучки колагенових волокон були розшаровані, розірвані на фрагменти. Щільність фібробластів поміж колагенових волокон була низька. На обширних ділянках клітини були відсутні.

Репаративні прояви були вираженими у крайових відділах міжхребцевого диска. Вони були пов'язані з вростанням у волокнисте кільце диску

сполучної тканини з високою щільністю фібробластів.

Драглисте ядро було зруйновано. Характерних нотохордальних клітин у ділянці не спостерігало-

ся. Міжклітинна речовина набула гомогенного вигляду. На деяких ділянках вона була заміщена сполучною тканиною.

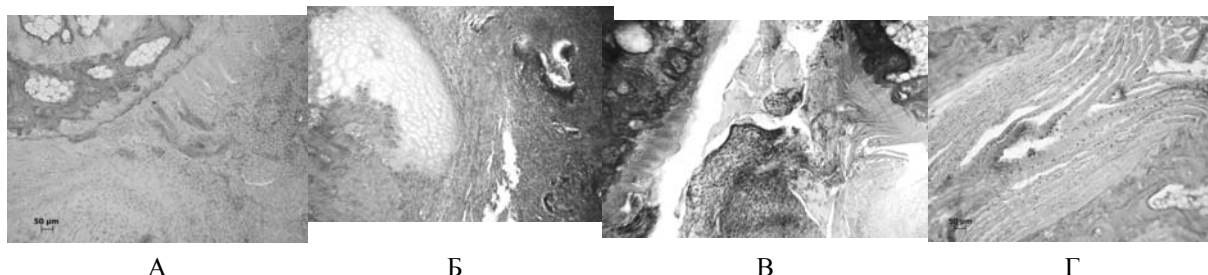


Рис. 3. Фрагмент міжхребцевого диска хвостового відділу щурів після впливу високоінтенсивного лазерного випромінювання. 60 доба. Збільшення 1:100. Забарвлення: гематоксилін та еозин. А) Обширні ділянки волокнистого хряща та хондроїду у міжтіловому просторі. Невеликі залишки пластин волокнистого кільця (режим роботи лазера – постійний, потужність 6 Вт, експозиція 5 сек., енергетичне навантаження 30 Дж); Б) Ділянка хондроїду та поля фіброзної тканини у зоні вапоризації (режим роботи лазера – постійний, потужність 10 Вт, експозиція 5 сек., енергетичне навантаження 50 Дж); В) Тріщини та щілини у зоні волокнистого кільця та драглистого ядра. Осередки деструкції. Вогнища сполучної тканини у міжтіловому просторі. Ділянка хондроїду (режим роботи лазера – постійний, потужність 14 Вт, експозиція 5 сек., енергетичне навантаження 70 Дж); Г) контрольна група. Деструктивні порожнини та щілини поміж пластинами волокнистого кільця. Пучки колагенових волокон розшаровані, розірвані на фрагменти. Щільність фібробластів низька. Обширні ділянки без клітин.

Морфометричні дослідження. З метою об'єктивізації результатів морфологічного дослідження з вивчення дії різних режимів вапоризації

було проведено морфометричний аналіз тіл хребців піддослідних тварин. Данні досліджень наведені у таблиці 1.

Таблиця 1.

Висота (М ± m) міжхребцевих дисків щурів різних груп у трьох його ділянках (n=10)

Серії експериментів	Висота міжхребцевих дисків (мкм)		
	I	II	III
Інтактні тварини	1165,3 ± 6,73	1160,6 ± 5,27	1186,0 ± 24,95 P1 > 0,05
Дія лазера потужністю 6 Вт протягом 5 сек. з енергетичним навантаженням 30 Дж	906,9 ± 38,66 P<0,001	940,0 ± 6,67 P<0,001	936,5 ± 9,02 P>0,001 P1 > 0,05
Дія лазера потужністю 10 Вт протягом 5 сек. з енергетичним навантаженням 50 Дж	897,8 ± 11,6 P>0,05	942,4 ± 7,84 P>0,05	1112,4 ± 29,15 P > 0,05 P1<0,001
Дія лазера потужністю 14 Вт протягом 5 сек. з енергетичним навантаженням 70 Дж	847,8 ± 5,06 P<0,05	944,0 ± 5,94 P<0,05	1095,6 ± 31,59 P<0,05 P1<0,001

P – вірогідні відмінності при порівнянні з міжхребцевими дисками інтактних тварин

P1 – вірогідні відмінності при порівнянні крайових відділів диска

Виявлено, що дія вапоризації режиму потужністю 6 Вт протягом 5 сек. з енергетичним навантаженням 30 Дж призводить до зменшення висоти диска в порівнянні з контролем у середньому на 20,7% (I – 22,2%, II – 19%, III – 21,1%). При цьому асиметрії диска поміж вимірами у крайових відділах (I і III) не виявлено.

Використання режиму лазера потужністю 10 Вт та 14 Вт протягом 5 сек. з енергетичним навантаженням 50 Дж та 70 Дж відповідно призводить до зменшення висоти диска нерівномірно у різних його ділянках. При цьому, виявлено, що

виражена асиметрія диску має місце при порівнянні крайових відділів (I і III). Різниця становила між показниками 19,3% та 12,9 %. Можливо, ця різниця у висоті диска пов'язана з порушенням кісткової тканини у крайовому відділі апофізів за рахунок заміщення їх сполучною чи хрящовою тканиною.

Висновки.

1. На 14 добу після впливу лазерного випромінювання високої інтенсивності з довжиною хвилі 940 нм, потужністю 6, 10 та 14 Вт, енергетичному навантаженні 30, 50 та 70 Дж відповідно у постійно-

му режимі випромінювання при експозиції впливу 5 сек. у дисках переважають деструктивні зміни при наявності слабо виражених процесів репарації.

2. Репаративні прояви домінують у структурах волокнистого кільця та драглистого ядра на більш пізніх термінах – 30 та 60 доба і мають різні прояви залежно від енергетичного навантаження на міжхребцевий диск.

3. Оптимальним для проведення вапоризації можна вважати використання ла-

зерного випромінювання потужністю 6 Вт, експозиції 5 сек., що відповідає енергії випромінювання 30 Дж. При такому режимі роботи найбільш виражений репаративний процес спостерігався на 30-у та 60-у добу дослідження.

4. Дія вапоризації режиму потужністю 6 Вт протягом 5 сек. з енергетичним навантаженням 30 Дж призводить до симетричного зменшення висоти диска у середньому на 20,7%.

ЛІТЕРАТУРА

1. Поворознюк В.В. Ефективність комплексного лікування вертебрального болювого синдрому з застосуванням електрофорезу з карипаїном у хворих на остеохондроз попереково-крижового відділу хребта / В. В. Поворознюк, М.А. Бистрицька // Неврологія. — 2009. — №15—16. — С.70—71.
2. Продан А. И. Классификация дегенеративных заболеваний позвоночника. / А. И. Продан, А. Е. Бариш // Doctor. — 2005. — Vol.30, № 4. — С. 4—9.
3. A phenotypic comparison of intervertebral disc and articular cartilage cells in the rat. / C.R. Lee, D. Sakai, T. Nakai [et all] // European Spine Journal. — 2007. — №12. — P.2174—2185.
4. Adipose stem cells for intervertebral disc regeneration: current status and concepts for the future. / R.J. Hoogendoorn, Z.F. Lu, R.J. Kroeze [et all] // Journal of cellular and molecular medicine. — 2008. — Vol.12, №6A. — P.2205—2216.
5. An experimental study of the regeneration of the intervertebral disc with an allograft of cultured annulus fibrosus cells using a tissue-engineering method. / M. Sato, T. Asazuma, M. Ishihara [et all] // Spine — 2003. — Vol.28, №6. — P.548—553.
6. Effect of Nd:YAG laser on experimental disc degeneration. Part II. Histological and MR imaging findings. / M. Turgut, O.E. Ozcan, A. Sungur [et all] // Acta Neurochirurgica (Wien). — 1996. — Vol.138, №11. — P.1355—1361.
7. European convention for the protection of vertebrate animals used for experimental and other scientific purposes // Council of Europe. Strasbourg. — 1986. — №123. — P. 52.
8. Experimental chemonucleolysis with chondroitinase ABC. / F. Kato, H. Iwata, K. Mimatsu [et all] // Clinical Orthopaedic and Relation Research. — 1990. — №253. — P.301—308.
9. Laser regeneration of spine discs cartilage: mechanism, in vivo study and clinical application. / E. Sobol, A. Baskov, A. Shekhter [et all] // Proceedings of light-activated tissue regeneration and therapy conference. — Lecture Notes in Electrical Engineering. — 2008. — Vol.12 — P.259—269.
10. Matrix replenishment by intervertebral disc cells after chemonucleolysis in vitro with chondroitinase ABC and chymopapain. / K. Chiba, K. Masuda, G.B. Andersson [et all] // The spine journal : official journal of the North American Spine Society. — 2007. — Vol.7, №6. — P.694—700.
11. Qi Q. Laser ablation of intervertebral disc: animal experiment / Q. Qi, G.D. Dang, Q.L. Cai // Zhonghua Wai Ke Za Zhi. — 1994. — Vol.32, №3. — P.187—189.
12. The effect of laser irradiation for nucleus pulposus: an experimental study. / K. Iwatsuki, T. Yoshimine, M. Sasaki [et all] // Neurology Research. — 2005. — №3. — P.319—23.

SUMMARY

USE OF THE DIODE LASER FOR STIMULATION REGENERATION IN INTERVERTEBRAL DISC

Shymon V.M., Deduh N.V., Pichkar I.J.

In this article data of experimental research on 36 laboratory rats is shown. Purpose of this research was to study morphologic changes in intervertebral disc under the influence of high-intensive laser radiation of different power. On the basis of data the possibility of using high-intensive laser radiation in spine pathology treatment is shown. Select an optimal parameters of laser radiation for maximal stimulation of regeneration process in intervertebral disk.

Key words: laser, intervertebral disk, experiment, morphology