

©Х. Р. Погранична

Львівський національний медичний університет імені Данила Галицького

e-mail: pohranychna@ukr.net

## Діагностичне значення предикторів тканинної деструкції скронево-нижньощелепного суглоба при травматичних переломах суглобового відростка нижньої щелепи

### ІНФОРМАЦІЯ

Надійшла до редакції/Received:  
02.02.2021 р.

**Ключові слова:** перелом; суглобовий відросток; нижня щелепа; скронево-нижньощелепні розлади.

### АНОТАЦІЯ

**Резюме.** Травматичні ушкодження нижньої щелепи, зокрема переломи, контузії безпосередньо впливають на стан його суглобових поверхонь, структурних елементів і можуть викликати стійкі функціональні порушення. Своєчасна діагностика ушкодження скронево-нижньощелепних суглобів (СНЩС), а особливо їх хрящової тканини, є необхідною умовою для успішного лікування та сприяє покращенню прогнозу в пацієнтів із захворюваннями суглобів різної етіології.

**Мета дослідження** – проаналізувати ранню діагностику ушкоджень хрящових та кісткових компонентів СНЩС при травматичних переломах суглобового відростка нижньої щелепи та вивчити кореляцію результатів МРТ та біохімічних показників у динаміці.

**Матеріали і методи.** При госпіталізації усім пацієнтам проведено магнітно-резонансну томографію з метою оцінки стану кісткових та м'якотканинних елементів СНЩС. Для вивчення ступеня ушкодження кісткової та хрящової тканин СНЩС проводили визначення рівня піридиноліну (ПД) та дезоксипіридоліну (ДПД) методом імуноферментного аналізу (метод ELISA) у зразках сечі пацієнтів до лікування та на 21; 30 та 180 доби після проведення іммобілізації.

**Результати досліджень та їх обговорення.** Результати МРТ при переломах СВНЩ надійно свідчать про органічні зміни в структурних елементах СНЩС як кісткових, так і м'якотканинних, проте можуть візуалізувати лише їх фактичні ушкодження. Результати біохімічних показників показали підвищення ПД та ДПД, підтверджують руйнування як кісткової тканини, так і деградацію суглобового хряща при травматичних переломах суглобового відростка нижньої щелепи ще на стадії допроменевої діагностики, тобто на стадії розвитку захворювання, що передувало вогнищевим змінам.

**Висновки.** Відсутність повної та вчасної нормалізації показників ПД та ДПД свідчить про необхідність розпрацювання нових схем лікування травм СНЩС з метою своєчасної профілактики виникнення посттравматичних артрозів та анкілозів СНЩС.

**Вступ.** Патологія скронево-нижньощелепного суглоба (СНЩС) є однією з актуальних проблем у сучасній стоматології та щелепно-лицевій хірургії, яка за поширеністю займає третє місце серед захворювань зубощелепної системи після карієсу та уражень пародонт [1, 2]. Очевидним є тісний топографо-анатомічний та фізіологічний зв'язок нижньої щелепи зі скронево-нижньощелепним суглобом, тому

травматичні ушкодження нижньої щелепи, зокрема переломи, контузії безпосередньо впливають на стан його суглобових поверхонь, структурних елементів і можуть викликати стійкі функціональні порушення. Наші попередні клінічні дослідження [3] дозволили встановити і візуалізувати за допомогою МРТ та підтвердити лабораторно наступні наслідки травматичних ушкоджень елементів

СНЩС: гемартроз, дислокацію диска, деформацію диска, адгезію диска, перфорацію диска, розтягнення зв'язок, розрив зв'язок, ушкодження суглобових поверхонь. Усі наведені ускладнення можуть мати негативний вплив на подальше функціонування СНЩС, зокрема розвиток запальних та дегенеративно-дистрофічних процесів [4].

На ранніх стадіях після ушкодження хряща втрата протеогліканів і порушення колагенової сітки призводять до порушення біомеханіки матриці, що характеризується пом'якшенням тканин, суглобового хряща, який, у свою чергу, втрачає здатність чинити опір і передавати ударні сили під час фізіологічного навантаження, спричиняючи поверхневу фібриляцію та тріщини [5], в результаті чого формуються остеофіти, відбувається перебудова субхондральної кістки та потовщення суглобової капсули, а тривале навантаження ушкодженого хряща негативно впливає на прогресування захворювання і з часом призводить до загальної дегенерації хряща – це біологічні зміни, які призводять до функціональних порушень та складнощів із повсякденним життям [6].

Своєчасна діагностика ушкодження скронево-нижньощелепних суглобів, а особливо їх хрящової тканини, є необхідною умовою для успішного лікування та сприяє покращенню прогнозу в пацієнтів із захворюваннями суглобів різної етіології. За допомогою різних біохімічних маркерів у крові або сечі можна отримати якісну та кількісну оцінку патологічного процесу в суглобовому хрящі, а низку показників розглядають як предиктори прогресування суглобової деструкції [7]. На думку низки авторів [8–10], найбільшу діагностичну цінність мають такі маркери резорбції кісткової та хрящової тканини, як піридинолін (ПД) та дезоксипіридинолін (ДПД) – поперечні зв'язки між окремими молекулами колагену. ПД в основному міститься у колагені II типу в хрящах, зв'язках тощо, а ДПД – у кістковому колагені I типу наявні, й відіграють значну роль у його стабілізації. ПД і ДПД у результаті резорбції колагену не метаболізуються в організмі, а виділяються з сечею, тому комплекс ПД і ДПД може слугувати надійним маркером деструкції кісткової та хрящової тканин.

**Метою дослідження** було проаналізувати ранню діагностику ушкодження хрящових та кісткових компонентів СНЩС при травматичних переломах суглобового відростка ниж-

ньої щелепи та вивчити кореляцію результатів МРТ та біохімічних показників у динаміці.

**Матеріали і методи.** Під нашим спостереженням перебували 22 хворих чоловічої статі віком 18–35 років із травматичними переломами СНЩС, які знаходились на стаціонарному лікуванні у відділеннях щелепно-лицевої хірургії Львівської обласної клінічної лікарні (ЛОКЛ) та Львівської міської клінічної лікарні швидкої медичної допомоги (ЛМКЛШМД). У всіх пацієнтів констатовано клінічні симптоми гострого посттравматичного артрити СНЩС: біль, припухлість, обмежене відкриття рота тощо. Усім хворим проведено функціонально стабільний остеосинтез СВНЩС титановими міні-пластинами для забезпечення іммобілізації фрагментів нижньої щелепи та відновлення її анатомічної цілості.

При госпіталізації усім пацієнтам проведено магнітно-резонансну томографію з метою оцінки стану кісткових та м'якотканинних елементів СНЩС. При МРТ-обстеженні СНЩС було використано спеціально адаптовану катушку для діагностики скронево-нижньощелепних суглобів. Стандартне сканування проводилось білатерально в наступних режимах: PD, T1, T2 та STIR. Дослідження проводили при госпіталізації хворого в стаціонар, на 30 та 180 доби після проведеного лікування залежно від скарг пацієнтів.

Для вивчення ступеня ушкодження кісткової та хрящової тканин СНЩС проводили визначення рівня піридиноліну (ПД) та дезоксипіридоліну (ДПД) методом імуноферментного аналізу (метод ELISA) у зразках сечі пацієнтів до лікування та на 21; 30 та 180 добу після проведення іммобілізації.

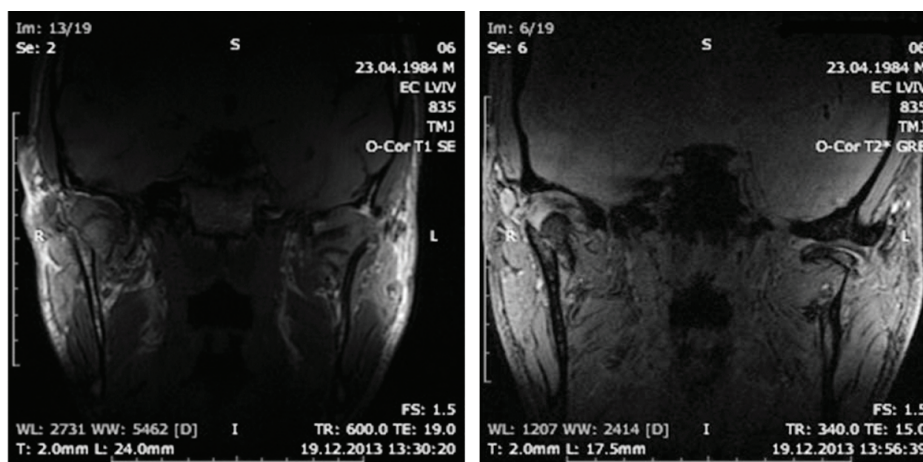
Кореляцію інструментальних та лабораторних досліджень проводили із загальноклінічними обстеженнями та скаргами пацієнтів.

Математико-статистичну обробку усіх отриманих цифрових результатів досліджень проводили за допомогою персонального комп'ютера із інстальованим відповідним програмним пакетом StatSoft Statistica 8. Визначались середні арифметичні та відносні показники та їх похибки. Порівняння середніх величин проводилось за допомогою критерію Вілкоксона.

**Результати досліджень та їх обговорення.** За допомогою МРТ-діагностики на серії зважених зображень в аксіальній та коронарній площинах було оцінено просторове розташування суглобових виростків нижньої щелепи

з наявністю лінії високого сигналу товщиною близько 1 мм, яка клінічно відповідає лінії перелому. При вивченні переломів СВНЩ на

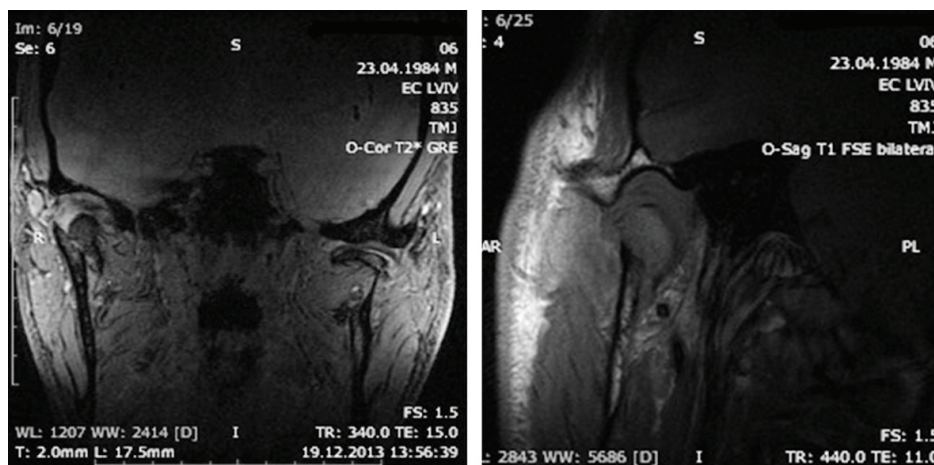
підставі даних МРТ лише у 5 осіб (22,73±9,14) % встановлено ушкодження суглобових поверхонь (рис. 1, 2).



**Рис. 1.** На рисунку в T1 та E2\*GRE зважених зображеннях у коронарних проекціях візуалізується перелом головки правого суглобового виростка та перелом шийки лівого виростка з ротацією дистального фрагменту.

У режимі PD FSE субхондрально-хрящовий комплекс головки нижньої щелепи візуалізувався у вигляді виражених ділянок зазубрення, стоншення суглобового хряща та зниження зважених сигналів. На 30 добу, коли пацієнти проходили контрольний огляд, за допомогою МРТ-дослідження СНЩС у 7 пацієнтів (31,82±10,16) % осіб виявлено ознаки деградації суглобового хряща зі зміною контурів

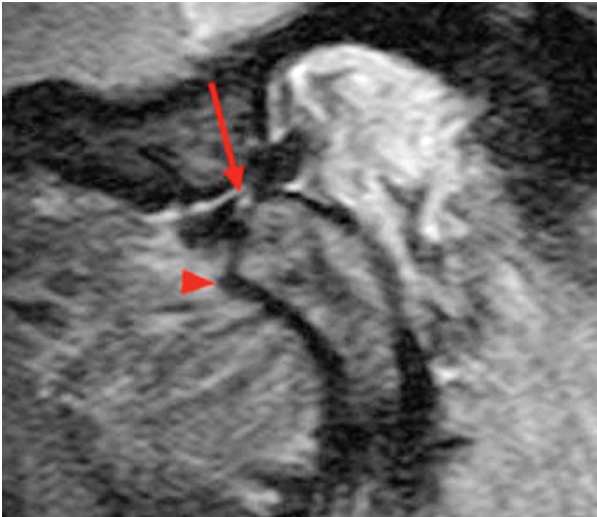
суглобових головок та зниженням інтенсивності в субхондральних зонах (рис. 2). У 5 хворих, у яких ще при госпіталізації було встановлено ушкодження суглобових поверхонь з ураженням хряща, позитивної динаміки не спостерігалось. Також хворі скаржилися на періодичний біль різної інтенсивності в ділянці ураженого СНЩС.



**Рис. 2.** У ділянці суглобової головки візуалізуються зони з гіпоінтенсивними сигналами в T1, T2 зважених зображеннях, які вказують на субхондральну деструкцію.

Контрольні клінічні спостереження за пацієнтами після лікування переломів СВНЩ на 180 добу зафіксували скарги на біль у ділянці СНЩС в 9 пацієнтів (40,91±10,73) %, яким проведено МРТ-дослідження. Результати сканування засвідчили однорідність структури гілки нижньої щелепи, норма-

лізацію сигналу в місці перелому. Однак в усіх дев'яти хворих (семеро з яких мали зміни вже на 30 добу), ми виявили зниження інтенсивності сигналу T1, зміну контурів головок та наявність узурацій, стоншення хрящової тканини в ділянці головки до 0,2 мм та перфорацію меніска (рис. 3).



**Рис. 3.** Перфорація суглобового диска, ушкодження субхондрального комплексу головки скронево-нижньощелепного суглоба.

Аналізуючи результати МРТ, можна стверджувати, що порушення структури кісткових та хрящових поверхонь СНЦС у хворих із переломами СВНЦ на ранніх стадіях можна помітити тільки при значних механічних ушкодженнях тканин, як у встановлених нами (22,73±9,14) % випадків. Однак динамічні спо-

стереження дозволили зробити припущення, що через місяць після травми, незважаючи на проведені адекватне хірургічне лікування (функціонально стабільний остеосинтез), у 7 пацієнтів (31,82±10,16) % продовжувалася та/або розвинулася деструкція субхондрально-хрящового комплексу, яка стала доступною для візуалізації лише через 30 днів після травми. Наша гіпотеза про ушкодження та прогресування деградації хрящових структур СНЦС при травматичних переломах СВНЦ підтвердилася, коли на 180 добу зроста майже вдвічі кількість пацієнтів з ознаками ураження суглобових поверхонь та зміною хрящових структур – 9 осіб (40,91±10,73) %. Важливо, що результати МРТ корелювали з клінічними показниками та скаргами пацієнтів, такими, як періодичний біль, дискомфорт при відкритті рота, дивіація щелепи, ранкова скутість тощо.

Результати біохімічних досліджень у перші дні після отриманої травми (від 1 до 2 діб) показали підвищення рівня ПІД у всіх 22 пацієнтів та підвищення рівнів ДПІД у 20 хворих, а їх середні значення становило – (150,82±10,73) нмоль/ммоль креатиніну та (37,00±2,22) нмоль/ммоль креатиніну відповідно (табл. 1).

**Таблиця 1.** Середні показники рівня піридиноліну та дезоксипіридоліну в різні терміни (M±m)

Пацієнт	ПІД (M±m) нмоль/ммоль креатиніну				ДПІД (M±m) нмоль/ммоль креатиніну				НОРМА нмоль/ммоль креатиніну	
	д/о	21 доба	30 доба	180 доба	д/о	21 доба	30 доба	180 доба	ПІД	ДПІД
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	90	60	56	58	25	18	19	17	20–61	4–19
2	210	202	166	158	47	46	42	34		
3	120	116	110	68	33	29	28	20		
4	150	142	139	87	38	36	34	23		
5	180	168	154	157	44	41	38,5	39		
6	195	178	165	158	47	43	41	31		
7	100	90	78	67	25	22	19,5	18		
8	120	104	96	75	30	25	24	17		
9	240	215	188	178	54	52	47	45		
10	88	84	60	44	22	21	18,5	16		
11	166	141	122	73	42	37	30	22		
12	90	60	56	58	25	18	19	15		
13	210	202	166	152	47	46	42	34		
14	120	116	110	66	33	29	28	20		

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
15	150	142	139	141	38	36	34	33		
16	180	168	154	74	44	41	38,5	26		
17	195	178	165	162	47	43	41	39		
18	100	90	78	47	25	22	19,5	19		
19	120	104	96	55	30	25	24	20		
20	240	215	188	180	54	52	47	39		
21	88	84	60	44	22	21	18,5	18		
22	166	141	122	149	42	37	30	31		
Усього p<0,001	150,82± 10,73	136,36± 10,50	121,27± 9,40	102,32± 10,72	37,00± 2,22	33,64± 2,36	31,05± 2,12	26,18± 1,97		

Через 21 добу після проведеного лікування середній рівень ПІД та ДПІД у середньому знизився не значно – на 9,59 та 9,09 %. Лише у двох пацієнтів – 9,09 % відбулася нормалізація показників ПІД. На 30 добу досліджувані показники ПІД та ДПІД зменшились ще на 11,07 та 7,70 % відповідно, але до норми ці показники прийшли лише у 4 хворих (18,18 %). Через півроку рівень ПІД та ДПІД, порівняно з початковими показниками, – на 32,16 та 29,25 %. Показники ПІД нормалізувалися у шести хворих – 27,27 %, а рівень ДПІД – у п'яти (25 %). Порівняння середніх величин ПІД та ДПІД, отриманих у пацієнтів до лікування, на 21; 30 добу і на 180 добу після лікування, за допомогою критерію Вілкоксона, виявило статистично значущі різниці між ними (p<0,001).

Порівняння середніх величин ПІД та ДПІД, отриманих у пацієнтів на 21 добу після лікування та на 30 добу і через 6 місяців після лікування, за допомогою критерію Вілкоксона, виявило статистично значущі різниці між ними (p<0,001). Різниця між середніми величинами, отриманими у пацієнтів на 30 добу та через 6 місяців після лікування (p) при порівнянні показників ПІД, була <0,01, а при порівнянні показників ДПІД – <0,001.

При порівняльній оцінці результатів МРТ та біохімічних маркерів при госпіталізації у стаціонар, тобто в перші дні після травми, не встановлено прямої залежності між цими дослідженнями, оскільки органічні зміни на МРТ вдалося зафіксувати лише у 5 хворих, а підвищення рівнів ПІД виявлено у всіх без винятку 22 пацієнтів, а та ДПІД – 20. Саме тому ми висунули теорію про неможливість візуалізувати ушкодження хряща методом МРТ на

дуже ранніх стадіях або на початковому етапі розвитку захворювання.

Порівнюючи біохімічні показники на 30 добу з результатами МРТ, а також беручи до уваги скарги пацієнтів, встановлено чітку кореляцію візуалізації ознак руйнування кістково-хрящового апарату СНЩС та збільшення рівня маркерів його деструкції. Так, у всіх 7 хворих, які на 30 добу пред'являли скарги з боку функціонування СНЩС, виявлено найвищі рівні ПІД та ДПІД та підтверджено зміни хондро-осальної структури головок СВНЩ на МРТ, а це на 9,12 % більше, ніж вдалось діагностувати при госпіталізації. Хоча нормалізація біохімічних показників спостерігалась тільки у 4 осіб.

При оцінці стану пацієнтів через півроку після травми, скарги та розлади (біль, дискомфорт при жуванні, дивіація) з боку функціонування СНЩС виявили у 9 пацієнтів, на підставі яких провели МРТ, яке підтвердило у них деструктивно-дегенеративні ознаки кістково-хрящового апарату СНЩС, що є на 17,36 % більше, ніж при госпіталізації та на 8,24 % більше, ніж виявлено на 30 добу. Також показовим є те, що у 9 променезоафіксованих випадках рівень ПІД та ДПІД у сечі був найвищим, а нормалізація біохімічних показників спостерігалась лише у 4 і 5 пацієнтів відповідно.

Враховуючи тісну кореляцію загальноклінічних, інструментальних, променевих та лабораторних показників, можна припустити, що у 40,09 % пацієнтів, оперованих з приводу травматичних переломів СВНЩ, розвивається хронічний післятравматичний артрит або/чи інші скронево-нижньощелепні розлади, які

потребують додаткової діагностики, лікування та вживання заходів для їх профілактики.

На підставі проведеного аналізу можна стверджувати, що сучасні МРТ-системи оцінювання пропонують хороший аналіз усіх структур у суглобах, проте вони здатні виявити ушкодження суглобового хряща лише тоді, коли він фактично присутній, що робить їх менш придатними для виявлення порушень хрящової матриці як стадії захворювання, що передують вогнищевим ураженням.

Натомість, тканинні маркери деструкції кісткової тканини ПІД та ДПІД можна застосувати для дуже ранньої діагностики ураження кістково-хрящових структур та за зміною їх рівня робити прогнози стосовно розвитку захворювання та його лікування.

**Висновки.** 1. Результати МРТ при переломах СВНЦ надійно свідчать про органічні зміни в структурних елементах СНЩС як кісткових, так і м'якотканинних, проте можуть візуалізувати лише їх фактичні ушкодження.

2. Підвищені показники ПІД та ДПІД підтверджують руйнування як кісткової тканини, так і деградацію суглобового хряща при травматичних переломах суглобового відростка нижньої щелепи ще на стадії допромене-

вої діагностики, тобто на стадії розвитку захворювання, що передують вогнищевим змінам.

3. Встановлено кореляцію результатів біохімічних досліджень із даними МРТ-обстеження, що відповідала клінічній картині посттравматичного артриту або інших розладів СНЩС.

4. Доведено, що ПІД та ДПІД є тканинними маркерами кістково-хрящових змін у СНЩС при травматичних переломах СВНЦ, можуть використовуватися як предиктори прогнозування суглобової деструкції, а також з метою передбачення перебігу захворювання.

5. Відсутність повної та вчасної нормалізації показників ПІД та ДПІД свідчить про необхідність розроблення нових схем лікування травм СНЩС з метою своєчасної профілактики виникнення посттравматичних артрозів та анкілозів СНЩС.

**Перспективи подальших досліджень.** Розроблення нових схем ранньої діагностики післятравматичних ушкоджень СНЩС є перспективним напрямком наукових та практично-орієнтованих клінічних досліджень, який сприятиме вчасному виявленню скронево-нижньощелепних розладів, оптимізації лікування та профілактиці тяжких ускладнень.

## ©Х. Р. Погранична

Львовский национальный медицинский университет имени Данила Галицкого

### Диагностическое значение предикторов тканевой деструкции височно-нижнечелюстного сустава при травматических переломах суставного отростка нижней челюсти

**Резюме.** Травматические повреждения нижней челюсти, в частности переломы, контузии непосредственно влияют на состояние его суставных поверхностей, структурных элементов и могут вызвать стойкие функциональные нарушения. Своевременная диагностика повреждения височно-нижнечелюстных суставов, особенно их хрящевой ткани, является необходимым условием для успешного лечения и способствует улучшению прогноза у пациентов с заболеваниями суставов различной этиологии.

**Цель исследования** – проанализировать раннюю диагностику повреждения хрящевых и костных компонентов ВНЧС при травматических переломах суставного отростка нижней челюсти и изучить корреляцию результатов МРТ и биохимических показателей в динамике.

**Материалы и методы.** При поступлении всем пациентам проведено магнитно-резонансную томографию с целью оценки состояния костных и мягкотканых элементов ВНЧС. Для изучения степени повреждения костной и хрящевой тканей ВНЧС проводилось определение уровня пиридинолина (ПИД) и дезоксипиридинолина (ДПИД) методом иммуноферментного анализа (метод ELISA) в образцах мочи пациентов к лечению и на 21; 30 и 180 сутки после проведения иммобилизации.

**Результаты исследований и их обсуждение.** Результаты МРТ при переломах СВНЦ надежно свидетельствуют об органических изменениях в структурных элементах ВНЧС как костных, так и мягкотканых, однако могут визуализировать только их фактические повреждения. Результаты биохимических показателей показали повышение ПОД и ДПИД, подтверждают разрушения как костной ткани, так и деградации суставного хряща при травматических переломах суставного отростка

нижней челюсти еще на стадии лучевой диагностики, то есть на стадии развития заболевания, предшествующего очаговым изменениям.

**Выводы.** Отсутствие полной и своевременной нормализации показателей ПОД и ДПИД свидетельствует о необходимости разработок новых схем лечения травм ВНЧС с целью своевременной профилактики возникновения посттравматических артрозов и анкилоза ВНЧС.

**Ключевые слова:** перелом; суставной отросток; нижняя челюсть; височно-нижнечелюстные расстройства.

©К. R. Pohranychna

Danylo Halytskyi Lviv National Medical University

## Diagnostic value of the temporomandibular joint tissue destruction predictors in traumatic mandibular condyle fractures

**Summary.** Traumatic injuries of the mandible, in particular fractures, contusions directly affect the condition of its articular surfaces, structural elements and can cause persistent functional disorders. Timely diagnosis of damage to the temporomandibular joints, and especially their cartilage, is a necessary condition for successful treatment and helps to improve the prognosis in patients with joint diseases of various etiologies.

**The aim of the study** – to analyze early diagnosis of damage to cartilaginous and bone components of the TMJ in traumatic fractures of the articular process of the mandible and to study the correlation of MRI results and biochemical parameters in the dynamics.

**Materials and Methods.** To study the degree of bone and cartilage damage of the TMJ, the level of pyridinoline (PID) and deoxypyridolin (DPID) was determined by enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA) in urine samples of patients before treatment and for 21, 30 and 180 days after immobilization. MRI results of condylar fractures reliably indicate organic changes in the structural elements of the TMJ, both bone and soft tissue, but can only visualize their actual damage.

**Results and Discussion.** The results of biochemical parameters showed an increase in PID and DPID, confirming the destruction of both bone tissue and degradation of articular cartilage in traumatic fractures of the articular process of the mandible at the stage of pre-radiation diagnosis, at the stage of disease preceding focal changes.

**Conclusions.** The lack of complete and timely normalization of PID and DPID indicates the need to develop new treatment regimens for TMJ injuries in order to prevent the occurrence of post-traumatic osteoarthritis and ankylosis of the TMJ.

**Key words:** fracture; articular process; mandible; temporomandibular disorders.

### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Воловар О. С. Лікування захворювань скронево-нижньощелепного суглоба / О. С. Воловар // Актуальні проблеми сучасної медицини. – 2015. – Т. 15, вип. 3 (2). – С. 97–100.
2. Погранична Х. Р. Пошкодження скронево-нижньощелепного суглоба при травматичних переломах нижньої щелепи / Х. Р. Погранична // Медицина транспорту України. – 2013. – № 4. – С. 54–57.
3. МРТ-діагностика пошкоджень скронево-нижньощелепового суглоба при травматичних переломах суглобового відростка нижньої щелепи / Х. Р. Погранична, М. Р. Назаревич, І. М. Комнацька, І. Ю. Дутка // Вісник проблем біології і медицини. – 2014. – № 2, т. 2 (108). – С. 84–88.
4. Pohranychna Kh. R. Early diagnostics of temporomandibular joint structural elements injuries caused by traumatic mandibular bone fractures / Kh. R. Pohranychna, A. R. Stasyshyn, U.D. Matolych // Polish J. Surg. – 2017. – Vol. 89 (3) – P. 31–35.
5. Buckwalter J.A. Articular cartilage and osteoarthritis. / J. A. Buckwalter, H. J. Mankin, A. J. Grodzinsky // Instr. Course. Lect. 2005. Vol. – 54:465–80.
6. Brandt K. D. Osteoarthritis. 2nd ed / K. D. Brandt, M. Doherty, L. S. Lohmander // New York: Oxford University Press 2003.
7. Рекалов Д. Г. Ерозивно-деструктивні ураження суглобового апарата при ранньому ревматоїдному артриті: підходи до прогнозування перебігу хвороби / Д. Г. Рекалов // Український ревматологічний журнал. – 2011. – № 2 (44). – С. 81–88.
8. Changes in Urinary Bone Resorption Markers (Pyridinoline, Deoxypyridinoline) Resulting from Experimentally-induced Osteoarthritis in the Temporomandibular Joint of Rats / M. Imada, K. Tanimoto, S. Ohno [et al.] // Cranio. – 2003. – Vol. 21 (1). – P. 38–45.
9. Utility of Urinary Pyridinoline and Deoxypyridinoline ratio for Diagnosis of Osteoarthritis at Temporomandibular Joint / K. Tanimoto, S. Ohno, M. Imada [et al.] // J. Oral Pathol. Med. – 2004. – Vol. 33 (4). – P. 218–223.

10. Association of biomarkers with pre-radiographically defined and radiographically defined knee osteoarthritis in a population-based study / J. Cibere, H. Zhang,

P. Garnero [et al.] // *Arthritis Rheum.* – 2009. – Vol. 60 (5). – P. 1372–1380.

## REFERENCES

1. Volovar, O.C. (2015). Likuvannia zakhvoriuvan skronevo-nyzhnoshchelepnogo suhloba [Treatment of diseases of the temporomandibular joint]. *Aktualni problemy suchasnoi medytsyny – Actual Probl. Modern Med.*, 15, 3 (2), 97-100.
2. Pohranychna, Kh.R. (2013). Poshkodzhennia skronevo-nyzhnoshchelepnogo suhloba pry travmatychnykh perelomakh nyzhnoi shchelepy [Damage of the temporomandibular joint in traumatic fractures of the lower jaw]. *Medytsyna transportu Ukrainy – Medicine of Transport of Ukraine*, 4, 54-57 [in Ukrainian].
3. Pohranychna, Kh.R., Nazarevych, M.R., Komnatska, I.M., & Dutka, I.Yu. (2014). MRT diahnozyka poshkodzen skronevo-nyzhnoshchelepovoho suhloba pry travmatychnykh perelomakh suhlobovoho vidrostka nyzhnoi shchelepy [MRI diagnosis of injuries of the temporomandibular joint in traumatic fractures of the articular process of the mandible]. *Visnyk problem biolohii i medytsyny – Bull. Probl. Biol. Med.*, 2, 2 (108), 84-88 [in Ukrainian].
4. Pohranychna, Kh.R., Stasyshyn, A.R., & Matolych, U.D. (2017). Early diagnostics of temporomandibular joint structural elements injuries caused by traumatic mandibular bone fractures. *Polish J. Surg.*, 89 (3), 31-35.
5. Buckwalter, J.A., Mankin, H.J., & Grodzinsky, A.J. (2005). Articular cartilage and osteoarthritis. *Instr. Course Lect.*, 54, 465-480.
6. Brandt, K.D., Doherty, M., & Lohmander, L.S. (2003). *Osteoarthritis*. 2nd ed New York: Oxford University Press.
7. Rekalov, D.H. (2011). Erozyvno-destruktyvni urazhennia suhlobovoho aparata pry rannomu revmatoidnomu artryti: pidkhody do prohnozuvannia peregihy khvoroby [Erosive-destructive lesions of the joint apparatus in early rheumatoid arthritis: approaches to predicting the course of the disease]. *Ukrainskyi revmatolohichnyi zhurnal – Ukrainian Journal of Rheumatology*, 2 (44), 81-88 [in Ukrainian].
8. Imada, M., Tanimoto, K., Ohno, S., Ohno, S., & Sasaki, A. (2003). Changes in urinary bone resorption markers (pyridinoline, deoxypyridinoline) resulting from experimentally-induced osteoarthritis in the temporomandibular joint of rats. *Cranio*, 21 (1), 38-45.
9. Tanimoto, K., Ohno, S., Imada, M., Honda, K., Ohno-Nakahara, M., Kapila, S., & Tanne, K. (2004). Utility of urinary pyridinoline and deoxypyridinoline ratio for diagnosis of osteoarthritis at temporomandibular joint. *J. Oral Pathol. Med.*, 33 (4), 218-223.
10. Cibere, J., Zhang, H., Garnero, P., Poole, A.R., Lobanok, T., Saxne, T., & Esdaile, J.M. (2009). Association of biomarkers with pre-radiographically defined and radiographically defined knee osteoarthritis in a population-based study. *Arthritis Rheum.*, 60 (5), 1372-1380.