

О.С. Барило, Т.М. Канишина, Р.Л. Фурман

Дослідження мікроциркуляторних порушень після видалення зуба за допомогою методу фотоплетизмографії у хворих на цукровий діабет

Вінницький національний медичний університет ім. М.І. Пирогова, м. Вінниця, Україна

Мета дослідження: підвищити ефективності діагностики мікроциркуляторних порушень у тканинах пародонту після видалення зуба у хворих на цукровий діабет.

Матеріали та методи. Фотоплетизмографічне обстеження було проведено у Вінницькій обласній клінічній лікарні ім. М.І. Пирогова (відділення щелепно-лицьової хірургії). Для дослідження були відібрані дві групи пацієнтів: група порівняння (50 пацієнтів) – пацієнти, які хворіють на цукровий діабет, яким проводили видалення зубів без застосування додаткового місцевого лікування, основна група (50 пацієнтів) – пацієнти, які хворіють на цукровий діабет, яким проводили видалення зубів, застосовувались озонотерапія та внесення в лунку видаленого зуба PRF. Найбільш інформативні показники, які характеризують кровонаповнення судин, такі: строк анакротичної фази, фотоплетизмографічний індекс (ФІ), час швидкого та повільного кровонаповнення, показник тонусу судин (ПТС), індекс периферичного опору (ІПО), диكرотичний індекс (ДІ), діастолічний індекс (ДС).

Результати. На початку дослідження в основній групі та групі порівняння проявів порушення мікроциркуляції майже не відмічали. При цьому фотоплетизмографічна крива мала правильний вигляд і була подібна до кривої здорових тканин. Станом на 14-у добу у групі порівняння інтенсивність кровонаповнення в ділянці тканин пародонта значно підвищена в порівнянні з основною групою: підвищився фотоплетизмографічний індекс $0,14 \pm 0,02$ ($p < 0,05$), однак швидкість кровообігу була повільніше через збільшення строку швидкого кровонаповнення – $0,006$ (в основній групі – $0,002$) ($p < 0,05$). Висота першого позитивного зубця диференційної фотоплетизмограми зменшувалась. Тонус судин у більшості випадків підвищений – $36,95 \pm 1,09$; тоді як в основній групі даний показник становив $18,02 \pm 0,65$ ($p < 0,05$).

Висновки. Використання фотоплетизмографічного методу дозволяє точно оцінити рівень кровонаповнення при запальних проявах у хворих на цукровий діабет після видалення зуба, при цьому даний метод має позитивні властивості: неінвазивність, високий ступінь чутливості й вірогідності, простоту дослідження. Застосування даного методу у щелепно-лицьовій хірургії дозволяє: точно визначити ефективність лікування; уточнити тривалість реабілітаційного періоду; виявити всілякі судинні порушення у хворих на цукровий діабет; оцінити ефективність місцевого знеболювання (оскільки анестезія викликає спазм судин, за зниженням амплітуди можна судити про ефективність анестезії); застосувати даний метод у пластичній хірургії та трансплантології.

Ключові слова: цукровий діабет, PRF, фотоплетизмографія.

Вступ

Сьогодні в медичну діагностику впроваджується все більша кількість методів, заснованих на застосуванні лазерних та оптико-електронних приладів. До них відносяться й фотоплетизмографічний метод (ФПМ), що дозволяє вимірювати кровонаповнення і кровотік як у потужних венах та артеріях, так і в периферичних судинах і капілярах. ФПМ у порівнянні з іншими методами діагностики змін у тканинах за оптичними показниками, наприклад, з фотоакустичним методом, дозволяє підвищити достовірність реєстрації гемодинамічних показників кровонаповнення, а також те, що введенням у прилади, які реалізують даний метод, елементів світловолоконних техніки і джерел з різноманітними довжинами хвиль зонduючого випромінювання можна досить точно вирішувати завдання фотодинамічних досліджень, дистанційного вимірювання тих чи інших гемодинамічних показників тканин [1, 4].

В основі патогенезу багатьох захворювань лежить порушення мікроциркуляції. Тому оцінка стану судинного русла, включаючи капіляри, дозволяє виявити на ранніх стадіях різні хвороби, а також контролювати процес лікування пацієнта. Оптимальною методикою скринінгової судинної діагностики є фотоплетизмографія.

Це простий, неінвазивний, безболісний і надійний експрес-метод, заснований на визначенні об'єму крові в мікросудинному руслі. У патогенезі запальних ускладнень після видалення зубів у хворих на цукровий діабет численні автори важливу роль віддають порушенню кровообігу у тканинах щелепно-лицьової ділянки. Ці висновки засновані на результатах морфологічних, топографо-анатомічних досліджень і дослідженні системи згортання крові. Однак ці методи дозволяють лише побічно оцінити стан регіонарного кровообігу [3, 6].

Оптичний метод діагностики мікроциркуляції судин у щелепно-лицьовій ділянці характеризується досить широким діапазоном можливостей реєстрації найрізноманітніших фізіологічних функцій тканин, органів і систем організму. Відмінною рисою параметрів є також їх висока вибірковість і точність. Даний метод дозволяє проводити комплексну оцінку мікроциркуляторного русла за двома важливими показниками: морфологічними ознаками й функціональними характеристиками. За допомогою оптичного методу дослідження визначають ряд функціональних показників, що властиві **середині** (???) судин (рівень кровонаповнення, швидкість і характер кровотоку, тромбоутворення). Комплексний аналіз дозволяє одержати досить повну інформацію

про стан мікроциркуляторного русла в нормі й патології. На основі отриманих даних можна диференціювати функціональні зміни в судинах мікроциркуляторного русла, а також характеризувати ряд гемодинамічних показників системи мікроциркуляції [2, 5].

У хворих на цукровий діабет проявляються значні зміни мікроциркуляторного русла слизової оболонки ясен, які виражаються появою ряду ознак: це передкапілярний відтік, деформація судин, розширювання артеріальної та венозної частини капілярів, уповільнення кровотоку. Фотоплетизмографічний метод значно розширює представлення про роль зміни мікроциркуляції та природи клінічних симптомів запальних процесів у тканинах пародонта після видалення зуба у хворих на цукровий діабет [1, 2].

Мета дослідження – підвищити ефективності діагностики мікроциркуляторних порушень у тканинах пародонта після видалення зуба у хворих на цукровий діабет.

Матеріали та методи

Фотоплетизмографічне обстеження було проведено у Вінницькій обласній клінічній лікарні ім. М.І. Пирогова (відділення щелепно-лицьової хірургії). Для дослідження були відібрані дві групи пацієнтів: група порівняння (50 пацієнтів) – пацієнти, які хворіють на цукровий діабет, яким проводили видалення зубів без застосування додаткового місцевого лікування, й основна група (50 пацієнтів) – пацієнти, які хворіють на цукровий діабет, яким проводили видалення зубів, застосовувались озонотерапія та внесення в лунку видаленого зуба PRF.

Дослідження проводили на оптоелектронному діагностичному комплексі для аналізу мікроциркуляторних порушень при запальних процесах у тканинах пародонта у хворих, які хворіють на цукровий діабет (рис. 1). Оптичне випромінювання проектували на ділянку ясен на відстані 5 мм від ясенного краю. Фотоплетизмограми (ФПГ) реєстрували в ділянці фронтальної групи зубів на нижній щелепі. Дослідження проводили в день госпіталізації перед оперативним втручанням і на 14-у добу. Усього записано 450 ФПГ, отримані дані були оброблені за допомогою розробленої програми «WOSTEO».

Даний пристрій являє собою перетворювач для відображення та порівняльного аналізу перетворених біомедичних сигналів (фотоплетизмограм). Існує можливість приєднання пристрою до сумісного персонального комп'ютера за допомогою блока сполучення, розробленого інтерфейсу та програмного забезпечення. При цьому суттєво розширюються можливості пристрою: запис сигналів і їх зберігання в базі даних, попередня обробка (нормалізація, масштабування та фільтрація), порівняльний і кореляційний аналіз, статистична обробка, викреслювання діаграм, схем і графіків.

Дані про мікроциркуляцію можна звести для порівняння в одну інформаційну картку пацієнта та вивести в подальшому на принтер. На рис. 2 і 3 представлено фотоплетизмографічний сигнал, зареєстрований у ділянці ясен з явищами запального процесу та в ділянці ясен без явищ запального процесу відповідно.

Фотоплетизмографічна крива відображає фазні зміни кровонаповнення периферичних судин при запальних процесах відповідно серцевому циклу. Кількісна оцінка фотоплетизмографічної кривої виконувалася за амплітудними й часовими характеристиками. Найбільш інформативні показники, які характеризують стан кровонаповнення і стінок судин, такі: тривалість анакротичної фази, фотоплетизмографічний індекс, час швидкого й повільного кровонаповнення, показник тону судин, індекс периферичного кровона-

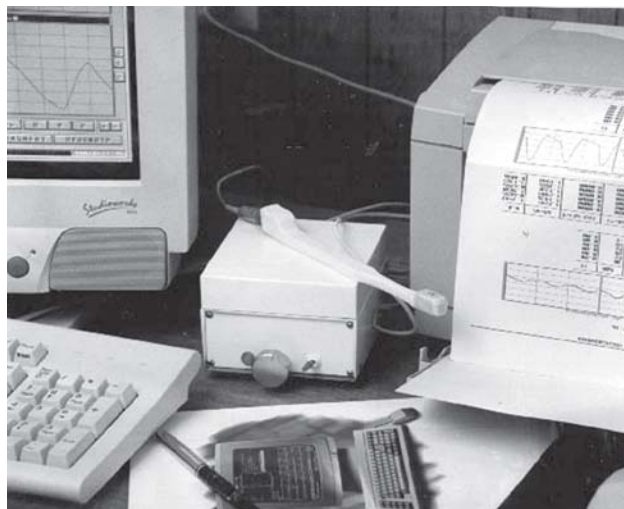


Рис. 1. Зовнішній вигляд діагностичного комплексу для аналізу мікроциркуляторних порушень за допомогою ФПГ.



Рис. 2. Фотоплетизмографічний сигнал, зареєстрований у тканинах пародонта з ознаками запального процесу.

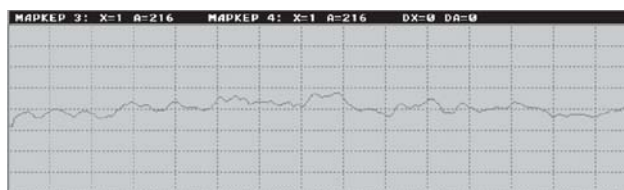


Рис. 3. Фотоплетизмографічний сигнал, зареєстрований у тканинах пародонта без ознак запального процесу.

повнення, дикротичний індекс, діастолічний індекс. Завдяки своїй неінвазивності, мініатюрності сенсорів, оперативності, простоті апаратної реалізації дані методи використовуються при моніторингу стану мікроциркуляції щелепно-лицьової ділянки при запальних процесах.

Для підвищення вірогідності при знятті фотоплетизмографічної інформації використано апріорні відомості, що включають фізичні характеристики об'єкта вимірів, математичні співвідношення між вимірюваними величинами, дані про спектральний склад інформативних складових і перешкоди, а також основну біофізичну характеристику контролюваного об'єкта.

Результати лабораторних і клінічних досліджень показують, що найвищої точності й вірогідності варто очікувати в тих випадках, коли умови вимірювання відповідають вимогам, що артеріальна пульсація стабільна за частотою й має значну амплітуду стосовно перешкод і рухових артефактів.

Для зменшення похибки біомедичної інформаційно-вимірювальної системи з оптичним перетворенням

застосовуються різні методи фільтрації, використовуються сучасні цифрові методи обробки сигналів за умови можливо більш повного використання апріорної інформації про характер вимірюваних сигналів.

Також для рішення цієї проблеми застосовували такі підходи:

- використання додаткових джерел випромінювання з різними довжинами хвиль, а також оптимізації конструкції оптичного датчика, що дозволяє на основі більш ретельного теоретичного опрацювання й аналізу експериментальних даних набрати інформацію, достатню для того, щоб урахувати вплив перерахованих вище факторів;
- аналіз як постійної, так і низькочастотної змінної складової відбитого від біотканини сигналу. При цьому наявність змінної складової обумовлена в основному пульсацією артеріальної крові в судинах під час систоли.

Оцінюють фотоплетизмограми за кількісними та якісними показниками.

Кількісні показники: 1) характеристика висхідної частини (крута, полого); 2) форма вершини (гостра, загострена, плоска, ракоподібна, куполоподібна); 3) характеристика низхідної частини (плоска, крута); 4) наявність і вираженість дикроти (відсутня, згладжена, чітко виражена, локалізація у верхній, середній третині, ближче до основи низхідної хвилі); 5) наявність і розміщення додаткових хвиль (кількість, рівень відносно низхідної частини) тощо.

Кількісні показники: РІ – реографічний індекс (виражають в омах); це відношення амплітуди РПГ до висоти калібрувального стандартного імпульсу величиною 0,1 Ом;

α – час підйому висхідної частини: відстань по горизонтальній лінії від точки початку підйому висхідної частини до її перетинання з основною амплітудою; відображує рівень розтягнення судинної стінки й дає змогу судити про відносну швидкість кровотоку;

β – час спуску низхідної частини кривої: відстань від амплітуди точки закінчення дикроти; відображає стан венозного відтоку;

γ – період швидкого кровонаповнення: час від початку РПГ до амплітуди швидкого кровонаповнення; відображає максимальне розтягнення артеріол кров'ю при першому ударі пульсової хвилі;

ІЕ – індекс еластичності: відношення амплітуди швидкого (а) та повільного (с) кровонаповнення, характеризує еластичність судин;

ІПО – індекс периферійного опору;

ДІ – дикротичний індекс;

α_2 – час поширення пульсової хвилі: відстань від перпендикуляра, опущеного від зубця ЕКГ до початку РПГ; у разі патологічних змін збільшується;

ПТС – показник тону судин: відношення періоду висхідної частини РПГ та тривалості однієї кривої.

У разі захворювань пародонта РІ знижується, показник тону судин та їх периферійний опір зростають;

ослаблюється еластичність судин, зростають показники стану артеріол (ДІ) та венул, прискорюється також час поширення хвилі.

Було визначено найбільш інформативні показники, які характеризують кровонаповнення судин: строк анакротичної фази, фотоплетизмографічний індекс (ФІ), час швидкого та повільного кровонаповнення, показник тону судин (ПТС), індекс периферійного опору (ІПО), дикротичний індекс (ДІ), діастолічний індекс (ДС).

При проведенні фотоплетизмографії температура у приміщенні повинна бути близько $+19-23^{\circ}\text{C}$, щоб уникнути впливу на судинні реакції. При температурі нижче $+16^{\circ}\text{C}$ розвивається спазм артеріол. При температурі вище $+27^{\circ}\text{C}$ виникає гіперемія, що спотворює результати дослідження. У момент вимірювання треба уникати впливу на датчик прямих сонячних променів та яскравого штучного освітлення. Під час обстеження пацієнт повинен бути спокійним (треба дати йому трохи часу для адаптації до обстановки), знаходитись у зручному положенні сидячи або лежачи. Слід попросити пацієнта розслабитись. Мімічна мускулатура та жувальні м'язи повинні бути максимально розслабленими, оскільки скорочення м'язів може спотворити результати.

Результати

При спільній роботі з Вінницьким національним технічним університетом на кафедрі лазерної та оптоелектронної техніки проводилась робота з розробки методів

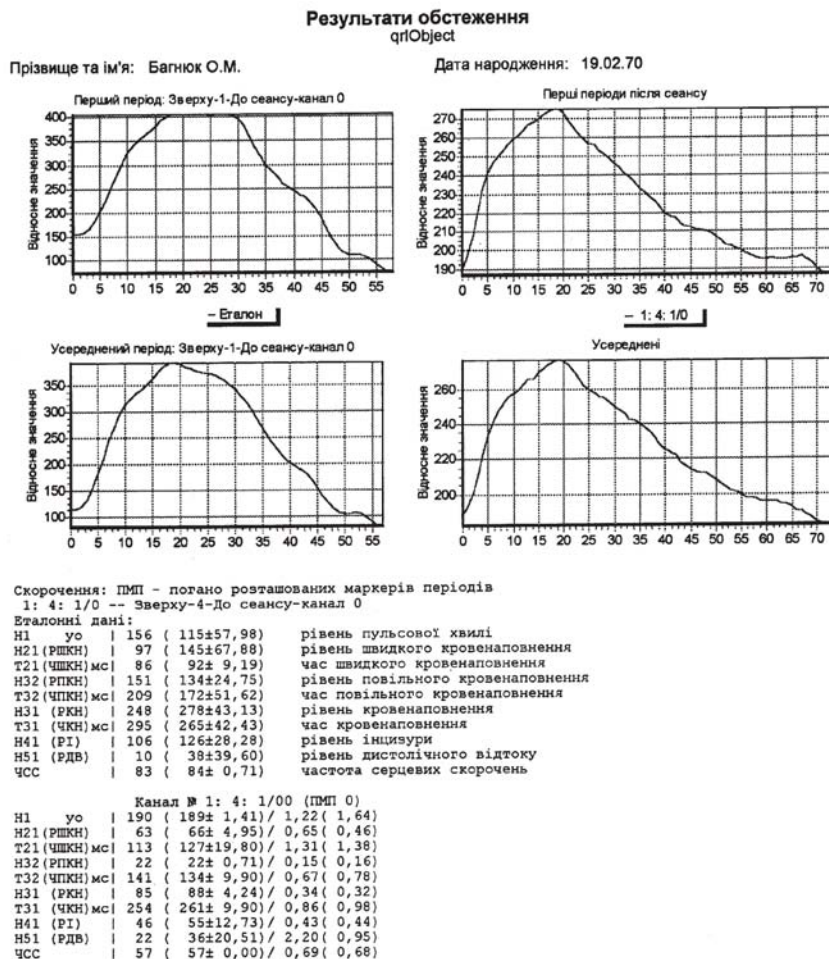


Рис. 4. Карта обстеження хворого.

і систем оптикоелектронного обстеження мікроциркуляторного русла у щелепно-лицьовій ділянці з метою діагностики та лікування запальних процесів і всебічного та ґрунтового обстеження тканин лиця й шиї. Дана розробка проводилась у межах науково-дослідної роботи 50-Д-226 «Створення оптико-електронних перетворювачів для формування статичних і динамічних еталонів-образів патології мікроциркуляції у щелепно-лицьовій ділянці» за напрямом міністерства освіти і науки України «Охорона здоров'я людини».

Розроблений оптикоелектронний комплекс дозволяє проводити діагностику стану судин експрес-методом на різних стадіях патологічного процесу та фіксувати ступінь мікроциркуляторних і гемодинамічних порушень в окремих ділянках ЩЛД шляхом порівняння отриманих сигналів.

Клінічні випробування, проведені в обласній клінічній лікарні м. Вінниці (відділення щелепно-лицьової хірургії), показали, що у хворих на цукровий діабет мікроциркуляція відрізняється від норми. У більшості випадків спостерігалась відмінна якість сигналів, які інформували про стан судин. Збільшення амплітуди пульсової хвилі та зміна характерних параметрів фотоплетизмограми (час анакоти, час швидкого й повільного кровонаповнення тощо) свідчили про наявність процесу запалення в цій ділянці.

Було порівняно показники ФПГ між основною групою (50 пацієнтів), в якій проводили видалення зубів, застосовувались озонотерапія та внесення в лунку видаленого зуба PRF, і групою порівняння (50 пацієнтів), в якій не застосовувалось місцеве лікування після видалення зуба.

Дані дослідження були зведені для порівняння в одну інформаційну картку пацієнта, яка дає змогу вивести дані в подальшому на принтер (рис. 4).

На початку дослідження в основній групі та групі порівняння проявів порушення мікроциркуляції майже не відмічали. При цьому фотоплетизмографічна крива мала правильний вигляд і була подібна до кривої здорових тканин (рис. 5).

Станом на 14-у добу у групі порівняння (рис. 6) інтенсивність кровонаповнення в ділянці тканин пародонта значно підвищена в порівнянні з основною групою (рис. 7): підвищений фотоплетизмографічний індекс $0,14 \pm 0,02$ ($p < 0,05$), однак швидкість кровообігу була повільніше через збільшення строку швидкого кровонаповнення – $0,006$ (в основній групі – $0,002$) ($p < 0,05$). Висота першого позитивного зубця диференційної



Рис. 5. Фотоплетизмографічна крива. Контрольна група та група порівняння. Перша доба дослідження.



Рис. 6. Вигляд фотоплетизмографічної кривої. Група порівняння. 14-а доба дослідження.



Рис. 7. Вигляд фотоплетизмографічної кривої. Основна група. 14-а доба дослідження.

фотоплетизмограми зменшувалась. Тонус судин у більшості випадків підвищений – $36,95 \pm 1,09$; тоді як в основній групі даний показник становив $18,02 \pm 0,65$ ($p < 0,05$). Анакрота була більш пологою та горбистою. Стан венозного відтоку різко погіршений, що проявилось у зміні форми катакоти, вона ставала більш опуклою (73,5 %). Дикротичний зубець був менш виразним і зсувався до верхньої третини катакоти (69,9 %). У 44 спостереженнях відзначено появу додаткової венозної хвилі. Підвищувався індекс периферичного опору – $116,15 \pm 2,85$; тоді як в основній групі даний показник становив $73,1 \pm 1,85$ ($p < 0,05$), а діастолічний індекс – $74,67 \pm 1,97$; тоді як в основній групі він становив $52,47 \pm 1,65$ ($p < 0,05$).

Як бачимо з вигляду кривої в основній групі, фотоплетизмографічна картина значно краще в порівнянні із групою порівняння. Це характеризується покращенням кровообігу за всіма показниками, що проявлялось у загостренні вершини (74 %) та більшій виразності дикротичного зубця (70 %). Додаткові хвилі зникли в 45,8 % і були ослаблені у 52,7 % випадків. Однак у ФПГ основної групи збереглися деякі відмінності від ФПГ на початку дослідження. Це свідчить, що і в основній групі мають місце запальні явища, хоча й у набагато меншій мірі.

Висновки

Використання фотоплетизмографічного методу дозволяє точно оцінити рівень кровонаповнення при запальних проявах у хворих на цукровий діабет після видалення зуба, при цьому даний метод має позитивні властивості: неінвазивність, високий ступінь чутливості й вірогідності, простоту дослідження.

Застосування даного методу у щелепно-лицьовій хірургії дозволяє: точно визначити ефективність лікування; уточнити тривалість реабілітаційного періоду; виявити всілякі судинні порушення у хворих на цукровий діабет; оцінити ефективність місцевого знеболювання (оскільки анестезія викликає спазм судин, за зниженням амплітуди можна судити про ефективність анестезії); застосовувати даний метод у пластичній хірургії та трансплантології.

ПОСИЛАННЯ

- Burgonskij VG. Vozmozhnosti ispol'zovaniya lazernykh tekhnologiy s cel'ju lecheniya i profilaktiki na parodontologicheskoy i hirurgicheskoy stomatologicheskoy prieme. Sovremennaya stomatologiya. 2009, 5: 64–68 [In Russian]
- Burgonskij VG. Teoreticheskie i prakticheskie aspekty primeneniya lazerov v stomatologii. Sovremennaya stomatologiya. 2007, 1: 10–15 [In Russian]
- Kalinovskij DK, Matros-Taranec IN. Sovremennyye podhody v diagnostike, lechenii i reabilitatsii travm cheljustno-licevoj oblasti s ispol'zovaniem komp'yuternykh tekhnologiy i telemeditsiny. Ukrain's'kiy zhurnal telemeditsyny ta medychnoi teledmatyky. 2009, 7, 1: 42–47 [In Russian]
- Bilynsky YY, Ratushny PM, Yukysh SV, Barylo AS, Amirgaliev Y, Kotyra A, Burlibay A, Morarenko V. Contouring of microcapillary images based on sharpening to

one pixel of boundary curves. Conference: Photonics Applications in Astronomy, Communications, Industry, and High-Energy Physics Experiments 2017. August 07, 2017. DOI: 10.1117/12.2281005

5. Pavlov SV, Barylo AS, Kozlovskaya TI, Stasenko VA, Azharov OY, Kravchuk PO, Wyjck W, Orakbayev Y, Yesmakhanova L. Analysis of microcirculatory disorders in inflammatory processes in the maxillofacial region on based of optoelectronic methods. Przegląd Elektrotechniczny. May 2017, 1 (5): 116–119. DOI: 10.15199/48.2017.05.23

6. Pavlov SV, Kozhukhar AT, Titkov SV, Sorochan OM. Electro-optical system for the automated selection of dental implants according to their colour matching. Przegląd Elektrotechniczny. March 2017, 93 (3): 121–124.

Исследование микроциркуляторных нарушений после удаления зуба с помощью метода фотоплетизмографии у больных сахарным диабетом

А.С. Барило, Т.Н. Канишина, Р.Л. Фурман

Цель исследования: повысить эффективность диагностики микроциркуляторных нарушений в тканях пародонта после удаления зуба у больных сахарным диабетом.

Материалы и методы. Фотоплетизмографическое обследование было проведено в Винницкой областной клинической больнице им. Н.И. Пирогова (отделение челюстно-лицевой хирургии). Для исследования были отобраны две группы пациентов: группа сравнения (50 пациентов) – пациенты, болеющие сахарным диабетом, которым проводили удаление зубов без применения дополнительного местного лечения, и основная группа (50 пациентов) – пациенты, болеющие сахарным диабетом, которым проводили удаление зубов, применялись озонотерапия и внесение в лунку удаленного зуба PRF. Наиболее информативные показатели, характеризующие кровенаполнения сосудов, следующие: срок анакротической фазы, фотоплетизмографический индекс (ФИ), время быстрого и медленного кровенаполнения, показатель тонуса сосудов (ПТС), индекс периферического сопротивления (ИПО), дициротический индекс (ГИ), диастолический индекс (ДС).

Результаты. В начале исследования в основной группе и группе сравнения проявлений нарушения микроциркуляции почти не отмечали. При этом фотоплетизмографическая кривая имела правильный вид и была подобна кривой здоровых тканей. По состоянию на 14-е сутки в группе сравнения интенсивность кровенаполнения в области тканей пародонта значительно повышена по сравнению с основной группой: повышен фотоплетизмографический индекс $0,14 \pm 0,02$ ($p < 0,05$), однако скорость кровообращения была медленнее из-за увеличения срока быстрого кровенаполнения – $0,006$ (в основной группе – $0,002$) ($p < 0,05$). Высота первого положительного зубца дифференциальной фотоплетизмограммы уменьшалась. Тонус сосудов в большинстве случаев повышенный – $36,95 \pm 1,09$; тогда как в основной группе данный показатель составил $18,02 \pm 0,65$ ($p < 0,05$).

Выводы. Использование фотоплетизмографического метода позволяет точно оценить уровень кровенаполнения при воспалительных проявлениях у больных сахарным диабетом после удаления зуба, при этом данный метод имеет положительные свойства: это неинвазивность, высокая степень чувствительности и достоверности, простота исследования. Применение данного метода в челюстно-лицевой хирургии позволяет точно определить эффективность лечения; уточнить продолжительность реабилитационного периода; выявить всевозможные сосудистые нарушения у больных сахарным диабетом; оценить эффективность местного обезболивания (поскольку анестезия вызывает спазм сосудов, по снижению амплитуды можно судить об эффективности анестезии); применять данный метод в пластической хирургии и трансплантологии.

Ключевые слова: сахарный диабет, PRF, фотоплетизмография.

Research of microcirculatory disturbances after removal of a tooth by using the photoplethysmography method in patients with diabetes mellitus

A. Barilo, T. Kanishina, R. Furman

The aim of the study: to increase the efficiency of diagnosis of microcirculatory disorders in periodontal tissues after tooth extraction in patients with diabetes mellitus.

Materials and methods. Photoplethysmographic examination was carried out in Vinnitsa Regional Clinical Hospital named after N.I. Pirogov (Department of Oral and Maxillofacial Surgery). For the study, 2 groups of patients were selected: a comparison group (50 patients) – patients suffering from diabetes, who underwent tooth extraction without additional local treatment, the main group (50 patients) – patients with diabetes, who underwent tooth extraction was used ozone therapy and insertion of a extracted tooth into the well PRF. The most informative indicators describing blood vessels are as follows: anacrotic phase, photoplethysmographic index (PI), time of fast and slow blood filling, vascular tone index (PTS), peripheral resistance index (IPO), dicrotic index (GI), diastolic index (DS).

Results. At the beginning of the study, almost no microcirculatory disturbances were observed in the main group and in the comparison group. In this case, the photoplethysmographic curve had the correct form and was similar to the curve of healthy tissues. As of the 14-th day in the comparison group, the intensity of blood supply in the area of periodontal tissues was significantly increased in comparison with the main group: the photoplethysmographic index was increased 0.14 ± 0.02 ($p < 0.05$), but the blood circulation rate was slower due to an increase in the duration rapid blood supply – 0.006 (in the main group – 0.002) ($p < 0.05$). The height of the first positive tooth of differential photoplethysmogram decreased. Vascular tone in most cases is increased – 36.95 ± 1.09 ; while in the main group this indicator was 18.02 ± 0.65 ($p < 0.05$).

Conclusions. Using the photoplethysmographic method allows you to accurately assess the level of blood supply in inflammatory manifestations in patients with diabetes mellitus after tooth extraction, while this method has positive properties: non-invasiveness, a high degree of sensitivity and reliability, ease of research. The use of this method in maxillofacial surgery allows you to accurately determine the effectiveness of the treatment; specify the duration of the rehabilitation period; to identify all kinds of vascular disorders in patients with diabetes mellitus; evaluate the effectiveness of local anesthesia (since anesthesia causes vasospasm; the amplitude of anesthesia can be judged by lowering the amplitude); use this method for plastic surgery and transplantology.

Key words: Diabetes mellitus, PRF, photoplethysmography.

Барило Олександр Семенович – д-р мед. наук, доцент кафедри хірургічної стоматології та щелепно-лицьової хірургії Вінницького національного медичного університету ім. М. І. Пирогова.

Адреса: 21050, м. Вінниця, вул. Арх. Артюнова 38, кв. 16.

Тел.: (093) 272-02-47. **E-mail:** alexandr381@gmail.com.2.

Канишина Тетяна Миколаївна – аспірант кафедри хірургічної стоматології та щелепно-лицьової хірургії Вінницького національного медичного університету ім. М.І. Пирогова.

Адреса: 21001, м. Вінниця, вул. Пирогова, 56.

Тел.: (067) 493-12-59. **E-mail:** kanyshyna@gmail.com.

Фурман Руслан Леонідович – канд. мед. наук, асистент кафедри хірургічної стоматології та щелепно-лицьової хірургії Вінницького національного медичного університету ім. М.І. Пирогова.

Адреса: 21001, м. Вінниця, вул. Стеценка, 5, кв. 103.

Тел.: (067) 729-51-50. **E-mail:** furmanruslan1977@gmail.com.