

Пулсова оксиметрия – нов физикален метод в денталната медицина

Димитър Н. Костурков¹, Пепя Ив. Узунова²,

Цонко Т. Узунов¹

¹Катедра Консервативно зъболечение, Факултет по дентална медицина, Медицински Университет – София

²Катедра Физика и биофизика,
Медицински факултет, Медицински Университет – София

1 Въведение

Микроциркулацията на зъбната пулпа се състои от крайни артерии, навлизащи през малки апикални отвори преди да формират капилярната мрежа, която е изключително обширна в коронарната част [4]. Кръвоносните съдове напускат пулпата като венули през големи апикални отвори [36]. Васкуларната мрежа е обградена от хлабава съединителна тъкан и здрави дентинови стени. Липсата на колатерална циркулация и намалената способност за разширение може да доведе до специфични усложнения. [36].

Възпалението в пулпата е сходно с това в другите тъкани, но то протича между ригидните дентинови стени. Всяко повишаване в кръвния обем ще повиши хидростатичното налягане в пулпата. Поради това острият, имедиатният съдов отговор на възпалителния стимул, наречен вазодилатация, както и повишената съдова пропускливост могат да доведат до компресия на кръвоносните съдове и повишаване на кръвотока. In vivo експерименти при котки са показали, че повишеното пулпно налягане в резултат на повишен кръвен обем е транзиторно, ако се поддържа нормалният съдов пермеабилитет [15].

Наличието на артерио-венозни анастомози в пулпата е добре проучено [4].

Откритието на шънтове, които се отварят при екстензивно изпиляване на зъба [21], може да е индикация, че пулпният кръвоток се поддържа чрез шънтове по време на травматични ситуации и условия. Предполага се, че тези артерио-венозни връзки се контролират от нервната система или локалната температура [16]. В резултат от отварянето им може да се редуцира пулпният кръвоток в коронарната пулпа и да се повиши в шънтовете.

Зъбният кариес представлява локализирана деструкция на твърдите зъбни тъкани, която прогресира в дълбочина към пулпата на зъба. В непосредствена близост до нея има микроорганизми при дълбок дентинов кариес. Той може да предизвика възпалителна реакция в пулпата и дори тежка некроза [5]. При почистването на кариозните лезии дентиновата бариера може да се наруши и да се увреди пулпата [24, 25].

В компрометирана пулпа е отключен отдалечен вазоконстрикторен контрол. Тогава деликатното взаимодействие между локалните механизми може да е извън баланс.

Микроциркулацията в такава пулпа е много зависима от промени в системната перфузия и тъканното налягане. Това може да е причина за прогресия на пулпно възпаление [27].

Във връзка с това пулпата трябва внимателно да се изследва при дълбоки кариозни лезии, за да се предотврати евентуална ендодонтска намеса [23]. В литературата има несъгласие по отношение на това, как може да се открие начална възпалителна реакция в пулпата, възникнала в резултат на кариозния процес [23].

Промените в пулпата към настоящия момент се изследват чрез тестове за пулпна чувствителност (термична и електрическа стимулация). Те изследват инервацията на зъба, която може да се повлияе от кръвообращението. Затова е необходимо, освен изследване на нерва в пулпата, да се изследва и микроциркулацията на зъба. По този начин може да се направи пълна диагностика на пулпното състояние [1-3].

Кръвообращение на пулпата може да се изследва чрез пулсова оксиметрия. Това е широко използван метод в общата медицина. При него се използва специфичната абсорбция от хемоглобина на червена и инфрачервена светлина. На базата на това може да се определи насищането на кръвта с кислород (сатурация) [1,2].

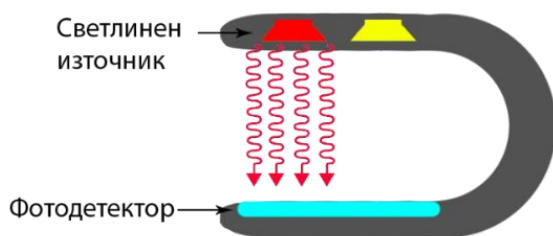
В света пулсовата оксиметрия тепърва навлиза като метод за оценка на състоянието на кръвообращението на зъба. Малък брой автори [6-9,11-14,17-20,26,28,31,33] са работили по този проблем. За пръв път в България се провеждат подробни и задълбочени изследвания за приложението на пулсовата оксиметрия в денталната медицина.

Пулсовият оксиметър използва светлина, за да измери кислородната сатурация.

Светлината се излъчва от диоди и се отчита от светлинен детектор (Фиг. 1).

Ако се постави зъб между светлинния източник и детектора, светлината ще трябва да премине през тъканите на зъба, за да достигне

Пулсова оксиметрия – нов физикален метод в денталната медицина



Фиг. 1: Принцип на действие на накрайник за пулсова оксиметрия.

детектора. Част от светлината ще се абсорбира, а останалата част ще достигне фотодетектора (Фиг. 2).



Фиг. 2: Апликация на пулсов оксиметър върху зъб.

Количеството на абсорбираната светлина зависи от:

- вида на абсорбиращото вещество;
- концентрацията на веществото;
- дължината на пътя, който светлината изминава през абсорбиращото вещество;
- дължината на светлинната вълна.

2 Цел

Да се изследват интактни дистални зъби и зъби с дълбок кариес чрез пулсова оксиметрия и електроодонто диагностика.

3 Материал и методи

За реализиране на целта чрез пулсова оксиметрия и електроодонто диагностика бяха изследвани две групи зъби:

Д.Н. Костурков, П.Ив. Узунова, Ц.Т. Узунов

- I група: 41 интактни дистални зъба на 41 пациенти;
- II група: 41 зъба с дълбок кариес на 35 пациенти.

Пулсовата оксиметрия е проведена с апарат CMS 60D. Диодите на оксиметъра се разполагат вестибуларно, а фотодетекторът – орално. Използвани са специфични накрайници, модифицирани за дентална употреба.

Електроодонто диагностиката (ЕОД) е проведена с апарат „Йо-новит“. При интактни зъби активният електрод се поставя върху медно-вестибуларния (вестибуларния) туберкул на зъба. Ако последният е разрушен при зъби с кариес, електродът се поставя върху дисто-вестибуларния/медно-оралния/дисто-оралния туберкул или в шийката на зъба.

Критериите за включване на пациентите в I група (интактни зъби) са следните:

1. пациенти без общи заболявания;
2. пациенти без прием на медикаменти;
3. пациенти без субективни оплаквания от зъбен произход;
4. интактни зъби, без кариес и без пародонтално заболяване.

Критериите за включване на пациентите в II група (дълбок кариес) са следните:

1. пациенти без общи заболявания;
2. пациенти без прием на медикаменти;
3. пациенти с анамнестични данни, които се асоцират с развитието на кариозен процес;
4. пациенти без анамнестични данни, асоциирани с пулпно заболяване (спонтанна болка);
5. рентгенографско и клинично установен дълбок дентинов кариес без засягане на пулпата.

Анализът на получените резултати беше направен в MS Excel 2013.

4 Резултати

От проведените изследвания получихме следните резултати:

- Група I: Средна стойност на сатурация: 87%
Средна стойност на ЕОД: 8 μ A
- Група II: Средна стойност на сатурация: 86%
Средна стойност на ЕОД: 7 μ A

5 Дискусия

В литературата има разногласие по отношение на степента на засягане на пулпата в зависимост от дълбочината на кариозния процес [23]. Изследванията показват, че няма значително смущение в пулпата, когато дебелината на оставащия дентин е 1.1 mm [34] или дори средно 0.31 mm [32]. Сходни резултати има и в това изследване.

Друг важен аспект на пулпната деструкция е патологична калцификация. При това състояние има по-малко реактивна здрава тъкан, която да отговори на възпалителния дразнител. Въпреки че калцификацията може да възникне в интактни зъби [22] и се отчита като нормален процес от някои автори, тя се повишава при дълбоки кариеси. Поради тази причина без съмнение те присъстват като причина в патогенезата на пулпните заболявания [10,29,30].

Съществува значително несъгласие, засягащо промените в дентина при развитието на кариес. Най-общо се счита, че в резултат на кариозния процес се формира вторичен, третичен, репаративен, протективен и иритационен дентин [11], които предпазват от навлизането на дразнители в пулпата.

Наличието на неутрофилни левкоцити в преддентина е доказателство за проникваемостта на кариозния дентин. Независимо от неговата ирегулярност, много дентинови тубули остават отворени за пенетрация. Пулпата под него е във фаза на възпаление и дезинтеграция [23].

Възпалителният отговор е защитен механизъм, но има и деструктивни аспекти. Когато неутрофилните левкоцити се дезинтегрират, лизозомите освобождават ензими, които са способни да причинят ликвидация и некроза на тъканите [23]. След като тази малка зона на некроза се установи, бактериите започват да се развиват при тези условия. На този етап пулпното възпаление е необратимо.

Изследванията за промените в пулпната тъкан при дълбок кариес са експериментални и хистологични. Обективно изследване на състоянието на кръвообращението в зъба може да се направи чрез пулсова оксиметрия. В това проучване на метода са изследвани достатъчно голям брой зъби, за да се получат статистически достоверни резултати. За по-прецизни измервания е използван крайник, специално модифициран за дентална употреба. Освен това, на всички зъби е изследвана и електровъзбудимостта чрез ЕОД, която се счита за златен стандарт в определяне на състоянието на пулпата.

Към момента в литературата няма данни за аналогично клинично изследване чрез пулсов оксиметър на пулпната микроциркулация при дълбок кариес. Това се реализира за пръв път в настоящото из-

следване. За пръв път в света се прави и паралелно изследване на зъбите чрез ЕОД, която се счита за най-достоверния метод за определяне на пулпното състояние. От една страна, корелацията между двете изследвания позволява да се потвърди надеждността на пулсовата оксиметрия в определянето на пулпното състояние. От друга страна, по този начин пулпата се изследва в пълнота – тества се не само инервацията, но за пръв път успоредно с това и кръвообращението.

Резултатите от изследвания чрез двата метода показват, че при дълбок кариес няма прояви на клинично изявено възпаление (обратимо или необратимо) в пулпата. Това означава, че хистологично установени промени в нея (от други автори) не се проявяват клинично. Субективните усещания от страна на пациента и пулпното възпаление се появяват с напредване на кариозния процес към пулпата.

6 Заключение

1. Пулсовата оксиметрия може да измери пулпната оксигенация.
2. Пулсовата оксиметрия може да регистрира сатурацията на зъби с дълбоки кариозни лезии.
3. Получените резултати показват, че няма промяна в инервацията и кръвообращението при зъби с дълбок кариес.
4. ЕОД и пулсова оксиметрия са надеждни методи за оценка на пулпното състояние. Те трябва да се използват за проследяване в динамика при лечение на дълбокия дентинов кариес.
5. Пълна информация за пулпното състояние (състоянието на нерва и кръвоносните съдове) може да се получи само чрез паралелно изследване на зъбите чрез пулсова оксиметрия и електроодонтодиагностика.

Литература

- [1] Костурков, Д., Латковска, А., Узунов, Ц. Методи за оценка на състоянието на зъбната пулпа. // Дентална медицина, 2014, 96 (3), 242-250.
- [2] Костурков, Д., Узунов, Ц. Пулсова оксиметрия – нов диагностичен метод в денталната медицина. // Дентална медицина, том 97, 2015, 2, 163-170.
- [3] Стефанова В. Приложение на лазер доплер флуометрия в денталната медицина. // Dental Megazine, 2015, 3: 18-22.
- [4] Berggreen, E., Bletsa, A., Heyeraas, J. Circulation in normal and inflamed dental pulp. // Endodontic Topics 2010, 17, 2–11

Пулсова оксиметрия – нов физикален метод в денталната медицина

- [5] Bjorndal L, et al. Treatment of deep caries lesions in adults: randomized clinical trials comparing stepwise vs. Direct complete excavation, and direct pulp capping vs. partial pulpotomy. // *Eur J Oral Sci* 2010; 118: 290–297
- [6] Blett, C. et al. Detection of Pulpal Circulation In Vitro by PulseOximetry. // *J of Endo* 1996, 22(1), 1-7.
- [7] Calil, E. et al. Determination of pulp vitality in vivo with pulse oximetry. // *International Endodontic Journal*, 2008, 41, 741–746.
- [8] Ciobanu, G., Ileana, Ion, Ungureanu, L. Testing of pulp vitality by pulse oximetry. // *International Journal of Medical Dentistry*. 2012, 2 (2), 94-98
- [9] Dastmalchi, N., Hamid Jafarzadeb, Saeed Moradi. Comparison of the efficacy of a custom-made pulse oximeter probe with digital electric pulp tester, cold spray, and rubber cup for assessing pulp vitality. // *J Endod*. 2012; 38(9): 1182-6.
- [10] Florey, H. *General pathology*. Philadelphia: WB Saunders, 1970:435.
- [11] Goho, C. Pulse oximetry evaluation of vitality in primary and immature permanent teeth. // *Pediatr Dent*. 1999, 21, 125–127.
- [12] Gopikrishna, V., Kandaswamy, D., Gupta, T. Assessment of the efficacy of indigenously developed pulse oximeter dental sensor holder for pulp vitality testing. // *Indian J Dent Res* 2006, 17, 111-3.
- [13] Gopikrishna, V., Kush Tinagupta, MDS, Deivanayagam Kandaswamy, MDS. Comparison of Electrical, Thermal, and Pulse Oximetry Methods for Assessing Pulp Vitality in Recently Traumatized Teeth. *JOE – Volume 33, Number 5, May 2007, 531- 535*
- [14] Gopikrishna, V., Tinagupta K., Kandaswamy D. Evaluation of efficacy of a new custom- made pulse oximeter dental probe in comparison with the electrical, and thermal, tests for assessing pulp vitality. // *J Endod*. 2007, 33, 411–414.
- [15] Heyeraas, K. et al. Effect of electrical tooth stimulation on blood flow, interstitial fluid pressure and substance P and CGRP-immunoreactive nerve fibers in the low compliant cat dental pulp. // *Microvasc res* 1994;47:329-343.
- [16] Heyeraas, K., Kvinnsland, I. Tissue pressure and blood flow in pulpal inflammation. // *Proc Finn dent soc* 1992;88(1):393-401.
- [17] Kahan, R., Gulabivala K, Snook M, Setchell DJ. Evaluation of a pulse oximeter and customized probe for pulp vitality testing. // *J Endod* 1996;22:105–9.
- [18] Karayilmaz, H., Kirzioglu, Z. Comparison of the reliability of laser Doppler flowmetry, pulse oximetry and electric pulp tester in assessing the pulp vitality of human teeth. // *Journal of Oral Rehabilitation* 2011 38; 340–347.
- [19] Karayilmaz, H., Kirzioglu, Z. Evaluation of Pulpal Blood Flow Changes in Primary Molars with Physiological Root Resorption by Laser Doppler Flowmetry and Pulse Oximetry. // *The Journal of Clinical Pediatric Dentistry* Volume 36, Number 2/2011.
- [20] Kataoka, S. et al. Pulp Vitality in Patients with Intraoral and Oropharyngeal Malignant Tumors Undergoing Radiation Therapy Assessed by Pulse Oximetry. // *JOE – Volume 37, Number 9, September 2011, 1197-1200.*

- [21] Kim, S. Regulation of pulpal blood flow. // J dent res 1985;64:590-596.
- [22] Langeland, K., Langeland, L. Histologic study of 155 impacted teeth. // Odontol Tidsskr 1965; 73: 527-49.
- [23] Langeland K. Tissue response to dental caries. // Endod Dent Traumatol 1987; 3: 149- 71.
- [24] Leksell E, Ridell K, Cvek M, Mejare I. Pulp exposure after stepwise versus direct complete excavation of deep carious lesions in young posterior permanent teeth. // Endod Dent Traumatol 1996; 12: 192–196.
- [25] Magnusson BO, Sundell SO. Stepwise excavation of deep carious lesions in primary molars. // J Int Assoc Dent Child 1977; 8: 36–40.
- [26] Noblett, C., Wilcox, L., Scamman, F. Detection of pulpal circulation in vitro by pulse oximetry. // J Endod, 1996, 22, 1-5.
- [27] Olgart, L. Neural control of pulpal blood flow. // Crit Rev Oral Biol Med. 1996;7(2):159- 71.
- [28] Pozzobon, H. et al. Assessment of pulp blood flow in primary and permanent teeth using pulse oximetry. // Dental Traumatology 2011, 27, 184–188;
- [29] Robbins, S., Cotran, R., Kumar, V. Pathologic basis of disease. 3rd ed. Philadelphia: WB Saunders, 1984; 35, 36.
- [30] Robbins, S., Cotran, R. Pathologic basis of disease. 2nd ed. Philadelphia: WB Saunders, 1979; 49-52.
- [31] Sadique, M. et al. Evaluation of Efficacy of a Pulse Oximeter to Assess Pulp Vitality. // Journal of International Oral Health 2014; 6(3):70-72.
- [32] Shovelton, D. Studies of dentin and pulp in the caries. Int Conf Deep Carious Lesions. // ADA/FDI 1969; 12-22
- [33] Siddheswaran, V., Adyanthaya, R., Shivanna, V. Pulse Oximetry: A Diagnostic Instrument in Pulpal Vitality Testing—An in vivo Study. // World Journal of Dentistry, 2011, 2(3), 225-230.
- [34] Stanley, H., White, C., Mackae, L. The rate of irritation (reparative) dentin formation in human teeth. Oral Surg Oral Med Oral Pathol 1966; 21: 180-9.
- [35] Tainter, J., Btesterfeld, R., Langeland, K. Irritational or reparation dentin. // Oral Surg Oral Med Oral Pathol 1981- 4-442-9.
- [36] Takahashi, K. Vascular architecture of dog pulp using corrosion resin cast examined under a scanning electron microscope. // J Dent Res 1985, 64, 579–584.