

UNIVERZITA KARLOVA
3. LÉKAŘSKÁ FAKULTA



Eva Ovadová

Elektrické zubní kartáčky

Electric toothbrushes

Bakalářská práce

Praha 2024

Autor práce: Eva Ovadová

Studijní program: Dentální hygiena

Bakalářský studijní obor: Dentální hygiena

Vedoucí práce: odb. as. MUDr. Adel El-Lababidi, Ph.D.

Pracoviště vedoucího práce: LababidiDent

Předpokládaný termín obhajoby: Červen 2024

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem předkládanou práci vypracovala samostatně a použila výhradně uvedené citované prameny, literaturu a další odborné zdroje. Současně dávám svolení k tomu, aby má bakalářská práce byla používána ke studijním účelům.

Souhlasím s trvalým uložením elektronické verze mé práce v databázi systému meziuniverzitního projektu Theses.cz za účelem soustavné kontroly podobnosti kvalifikačních prací. Potvrzuji, že tištěná i elektronická verze v Studijním informačním systému UK je totožná.

V Praze dne 18. května 2024

Poděkování

Na tomto místě bych ráda poděkovala svému školiteli pánovi doktorovi odb. as. MUDr. Adel El-Lababidimu, Ph.D. za jeho cenné rady a připomínky. Dále bych chtěla vyjádřit upřímné poděkování své rodině a kamarádům za jejich neustálou podporu, která mi poskytovala motivaci a sílu v psaní. Vaše přátelství a povzbuzení mi byly v průběhu této práce velkou oporou.

Obsah

ÚVOD.....	8
1. TEORETICKÁ ČÁST.....	9
1.1. Zubní plak.....	9
1.1.1. Definice.....	9
1.1.2. Rozdělení plaku	10
1.1.3. Vznik a vývoj.....	11
1.1.4. Zložení plaku	14
1.2. Prevence vzniku kazu a PPP	21
1.2.1. Pomůcky domácí dentální hygieny	22
1.3. Historie zubních kartáčků	32
1.3.1. Vývoj manuálního zubního kartáčku	32
1.3.2. Vývoj elektrického zubního kartáčku.....	35
1.4. Elektrické zubní kartáčky	38
1.4.1. Vlákna.....	40
1.5. Sonická a hydrosonická technologie.....	43
1.5.1. Historie	43
1.5.2. Sonické a hydrosonické kartáčky.....	45
1.5.3. Používání sonického zubního kartáčku	48
1.6. Rotační, Oscilačně - rotační a IO technologie	49
1.6.1. Historie	50
1.6.2. Oscilačně – rotační zubní kartáček.....	51
1.6.3. iO technologie.....	54
1.6.4. Použití oscilačno - rotačních kartáčků	56
1.7. Ultrazvuková technologie	57

1.7.1.	<i>Historie</i>	57
1.7.2.	<i>Ultrazvuk</i>	58
1.7.3.	<i>Ultrazvukový zubní kartáček</i>	58
1.7.4.	<i>Popis kartáčku</i>	60
1.7.5.	<i>Použití kartáčku</i>	61
1.8.	Ionizační technológia	62
1.8.1.	<i>Historie</i>	62
1.8.2.	<i>Ionizačné kartáčky</i>	63
1.8.3.	<i>Princip fungování</i>	64
1.9.	Elektrické medzizubní kartáčky	65
2.	PRAKTICKÁ ČÁST	68
2.1.	<i>Úvod</i>	68
2.2.	<i>Teoretická východiska</i>	68
2.3.	<i>Cíl</i>	71
2.4.	<i>Hypotézy a výzkumné otázky</i>	71
2.5.	<i>Materiály a metodika</i>	72
2.5.1.	<i>In vitro výzkum</i>	72
2.5.2.	<i>In vivo výzkum</i>	76
2.6.	<i>Výzkumný soubor</i>	78
2.7.	<i>Výsledky</i>	79
2.7.1.	<i>In vitro výzkum</i>	79
2.7.2.	<i>In vivo výzkum</i>	82
2.8.	<i>Diskuze</i>	90
ZÁVĚR		95
SOUHRN		97
SUMMARY		99

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	101
SEZNAM OBRÁZKU	108
SEZNAM TABULEK	110
SEZNAM GRAFU	111
PŘÍLOHY	112

Úvod

Péče o zuby je základním pilířem našeho zdraví a pohody. Správná dentální hygiena je nezbytná k udržení ústní dutiny v optimálním stavu a k předcházení mnoha souvisejících problémů. S pokrokem technologie a výzkumu v oblasti ústní hygieny se vytvářejí nové nástroje a metody, které pomáhají pacientům dosáhnout efektivnější a komplexnější ústní péče.

Elektrické zubní kartáčky se staly neodmyslitelnou součástí každodenního života v péči o zuby pro mnoho lidí po celém světě. Tato zařízení přinášejí moderní inovace do péče o ústní hygienu a mají potenciál zlepšit stav zubů a dásní. Jsou vybaveny různými funkcemi, které zajišťují důkladnější a efektivnější čištění, čímž přispívají k prevenci zubního kazu a parodontálním onemocněním způsobeným zubním plakem. Jejich popularita výrazně roste díky jejich účinnosti, pohodlí a různým pokročilým funkcím, kterými disponují.

V úvodu této bakalářské práce se zaměříme na definici zubního plaku, jeho vznik a důvody pravidelného odstraňování. Později se budeme zabývat elektrickými zubními kartáčky a mezizubními elektrickými kartáčky z různých úhlů pohledu, včetně historie jejich vývoje a technologických parametrů. Dále provedeme srovnání elektrických mezizubních zubních kartáčků s manuálními mezizubními kartáčky a analyzujeme jejich výhody a nevýhody.

Tato práce má za cíl poskytnout komplexní pohled na elektrické zubní kartáčky včetně jejich technologie, typů, péče o ně a pomoci tak čtenáři lépe porozumět jejich významu v kontextu udržování zdraví ústní dutiny.

1. Teoretická část

1.1. Zubní plak

Během života jsou všechny povrchy našeho těla vystaveny různým mikroorganismům a stávají se jejich hostiteli. Tělo se snaží udržovat tyto povrchy čisté prostřednictvím pravidelného odlupování a obnovování buněk, čímž brání hromadění velkého množství mikroorganismů. Avšak v ústní dutině se situace mění, neboť zuby mají pevný neodlupující povrch, na kterém může docházet k rozsáhlým bakteriálním společenstvím ve formě zubního plaku. (1) Zubní plak (biofilm, zubní mikrobiální povlak) je možné odstraňovat pouze mechanicky, proto jsou nejdůležitějšími prostředky jeho eliminace zubní kartáčky. (2), (3)

1.1.1. Definice

Termín "zubní plak" zavedl v roce 1914 Green Vardiman Black. Představuje velmi uspořádanou strukturu složenou z velkého množství bakterií. (4) V objemu 1 mm³ zubního plaku s hmotností 1 mg se nachází přibližně 10⁸ bakterií, zatímco bylo izolováno okolo 300 - 500 různých druhů. Přesto stále existuje mnoho druhů, které se dosud nepodařilo identifikovat. (1), (5) „*Makroskopicky se jedná o hustě plstovité, žluto-šedě zbarvené, pevně Inoucí měkké povlaky, lokalizované především na habituálně nečistých místech.*“ (4) V těchto oblastech odpadá schopnost samoočištění a označujeme je jako předilekční místa vzniku zubního kazu. Spravidla se jedná o struktury jako fisurální komplex, aproximální plochy, cervikální třetinu korunky a obnažené plochy kořene zubu. (6)

Zubní plak poměrně pevně přilne na povrch zubu a proto ho proud vody nedokáže odstranit, dá se odstranit pouze mechanickým čištěním, na rozdíl od materie alby, kterou je možné odstranit i vodním sprejem. (4), (6) (7) Materia alba je bílá nestrukturovaná hmota, která obsahuje volně seskupené bakterie, leukocyty a zbytky epitelu. Kromě povrchu zubu se může plak hromadit také na sliznicích a protetických pracích v dutině ústní. (8)

1.1.2. Rozdělení plaku

Podle vztahu ke zubu rozlišujeme plak:

- koronární
- fisurální
- radikulární

Plak koronární pokrývá plošky klinické korunky zubu. (4) Nachází se hlavně v gingivální třetině a aproximálních ploškách zubu. Zde jsou přítomny především bakterie jako jsou streptokoky, aktinomykety a veillonely. (8)

Plak fisurální nalezneme ve fisurálním komplexu zubu. Převažují zde především gram-pozitivní koky, které metabolizují cukr na organické kyseliny, a tak má tento typ plaku acidózní povahu. (4)

Plak radikulární se nachází na povrchu kořene zubu. Složení tohoto plaku může být ve formě subgingiválního plaku, ale také supragingiválního plaku, v případě ústupu dásní apikálním směrem. (4)

Podle vztahu ke gingivě dělíme plak na:

- supragingivální
- subgingivální

„Plak supragingivální je lokalizován koronárně od okraje gingivy.“ (4) Má podobné složení jako plak koronární. Při zdravé dásni ho tvoří z 75 % grampozitivní koky a tyčinky. Škodlivé gramnegativní anaerobní bakterie jsou zde nalezeny jen zřídka. (5) Rozdíl od koronárního plaku spočívá v tom, že nezasahuje do sulcus gingivalis. Jakmile se plak dostane do této oblasti, mluvíme o subgingiválním plaku. (6)

Plak subgingivální je uložený apikálně od okraje volné gingivy. (4) Bakteriální složení plaku, který se nachází v sulcus gingivalis, se liší od plaku v parodontální kapse. Čím hlouběji se nachází, tím větší podíl anaerobních bakterií obsahuje. Subgingivální plak se dále dělí na adheující (pevně přiléhající k povrchu) a neadheující (plavoucí). (4)

Adheující plak nalezneme na povrchu kořene, přičemž jeho složení je podobné jako má plak supragingivální. Podobnost ve složení je

způsobena pronikáním supragingiválního plaku do subgingivální oblasti. Tento plak může rovněž mineralizovat, čím vzniká subgingivální zubní kámen s odlišnými vlastnostmi od toho supragingiválního. (5)

Neadherující plak, nazývaný také plavoucí, obsahuje nejškodlivější bakterie pro parodont, které urychlují jeho zánět. Na povrchu měkkých tkání parodontu přiléhají hlavně anaerobní, G- tyčinky a spirochéty, které působí poměrně agresivně a destruktivně na parodont. Množství tohoto typu plaku se zvětšuje s narůstající hloubkou kapsy, kdy anaerobní bakterie mají lepší podmínky pro svůj život. (6), (5)

1.1.3. Vznik a vývoj

Bakteriální osídlování je proces, kdy se bakterie postupně dostávají do dutiny ústní. Hranice mezi sterilním prostředím v dutině ústní a okolním prostředím plným mikroorganismů je stanovena porodem. V případě abdominálního porodu se dítě narodí s sterilní dutinou ústní. Při vaginálním porodu dochází k kontaminaci dutiny ústní dítěte již během porodu genitální mikroflórou matky. (9)

Během prvních minut a hodin po porodu dochází k osídlení dutiny ústní mikroorganismy, nejen od matky, ale také od zdravotnického personálu. Už 8 hodin po porodu můžeme najít v ústech dítěte první osidlující bakterii, a to *Streptococcus salivarius*, která má afinitu ke sliznicím. Bakteriální osídlení se mění během vývoje, zejména při prořezávání prvních zubů. V tomto období mají bakterie, jako například *Streptococcus mutans*, *S. sorbitus* a *S. sanguis*, ideální podmínky pro růst díky přítomným nedeskvamujícím povrchům. Na základě toho je období osídlování *S. mutans* omezené na určité infekční okna, během nichž prorůstají do dutiny ústní nové zuby. Kvůli nezralé sklovine mají nově prorůstající zuby větší náchylnost k vzniku zubního kazu. (9)

První infekční okno se vyskytuje kolem 6. měsíce věku a poté mezi 19. a 31. měsícem věku dítěte. *Streptococcus mutans* se do úst přenáší zejména ze slín matky, která sama nemusí dbát o svůj dentální stav. Proto

je důležité zabránit činnostem, jako je olizování lžiček, dudlíků a pití z jedné lahve aby se minimalizoval přenos bakterií na dítě. (9)

V šestém roce života začínají prořezávat první stálé moláry, což naznačuje druhé infekční okno. V tomto období může být zdrojem infekce vlastní kariézní dočasný chrup. Počet bakterií se zvyšuje s počtem prořezaných zubů, protože se zvětšuje dostupná plocha, na kterou mohou nové bakterie přilnout. Po vytvoření stabilního biofilmu se infekční okno uzavírá, kvůli kompetici *S. mutans* s jinými druhy bakterií. (9)

Tvorba zubního biofilmu se skládá z následujících fází: tvorba a vývoj získané pelikuly, fáze časná kolonizace, fáze sekundární kolonizace, zrání a mineralizace plaku. (10)

Tvorba a vývoj získané pelikuly:

Získaná pelikula se začíná tvořit již pár sekund po očištění zubů na TZT, maximum tvorby dosahuje během 2 hodin. (8) Jedná se o tenkou vrstvičku (0,1-1 μm) acelulárního nestrukturovaného filmu, který tvoří hlavně proteiny ze slin (prolín, sérové proteiny, enzymy a Ig). (6) Díky svému negativnímu náboji se dokáže vázat na vápenaté a fosfátové ionty hydroxyapatitu, čím vytváří ochrannou vrstvičku, která chrání zub před erozí a abrazí. (6), (10), (11) Dále má řídicí funkci při remineralizaci a slouží jako zásobník iontů vápníku a fosforu. (8), (11) Mezi její nevýhody můžeme zařadit schopnost přichytávat mikroorganismy na svůj povrch, čímž se spouští začátek časná kolonizace (2. fáze). (1), (8)

Časná kolonizace:

Jako první se na povrchu pelikuly vážou G+ koky a následně aktinomykety. (6) Tato kolonizace je podmíněna povrchovou strukturou bakterií (*Streptococcus sanguis*, *mutans*), obsahujících kapsle glykokalyx. Na struktuře glykokalyxu se nacházejí adhezíny a lecitíny, což jsou receptory proteinového charakteru a zprostředkovávají vazbu s pelikulou. (10), (12) Kromě jiného mají tyto mikroorganismy schopnost tvořit extracelulární polysacharidy, které slouží jako zdroj energie a vytvářejí tak vhodné podmínky pro uchycení dalších mikroorganismů. (12) Doba trvání

časné kolonizace se pohybuje v rozmezí 4-48 hodin, přičemž zub je obvykle pokrytý souvislou vrstvou po přibližně 8-12 hodinách. (8), (12)

Pozdní kolonizace:

Následuje třetí fáze, která začíná přibližně od třetího do pátého dne a je charakterizována hlavně změnou bakteriální populace. V důsledku narůstající tloušťky plaku dochází k osídlování převážně anaerobními bakteriemi. V hlubších vrstvách plaku je k dispozici omezené množství kyslíku, což vytváří vhodné podmínky pro anaeroby, které jsou nejvíce patogenní. V této fázi můžeme pozorovat přítomnost G+ tyčinek, G- koků a tyčinek. (5), (13)

Zrání plaku:

Během zrání plaku se zvyšuje množství anaerobních bakterií v důsledku stále narůstající tloušťky plaku. (8) Zralý plak se formuje 2-3 týdny a má charakteristický vzhled „kukuřičného klasu“. Tento vzhled je způsoben palisádovitým uspořádáním vláknitých mikroorganismů na povrchu pelikuly, za vzniku prostorové sítě, ve které jsou uspořádány ostatní mikroorganismy. V hlubších vrstvách plaku nalezneme anaeroby - vláknité mikroorganismy a G- tyčinky, které jsou obklopené aerobními G+ koky. Povrch tvoří neuspořádaná hmota zvaná *materia alba*, kterou je možné odstranit proudem vody. (4), (8), (12)

Mineralizace plaku:

Následně může z plaku vznikat zubní kámen, tento proces se nazývá mineralizace. Slina obsahuje velké množství solí fosforu a vápníku, které se ukládají do plaku. Tímto mechanismem vznikají v plaku mineralizační centra a následně supra nebo subgingivální kámen. (1)

Supragingivální kámen se nejčastěji tvoří v oblasti vývodů velkých slinných žláz (*glandula parotis*, *glandula submandibularis*, *glandula sublingualis*), proto ho hlavně najdeme na linguálních ploškách dolních frontálních zubů a také vestibulárně u horních prvních molárů. (1) Na rozdíl od subgingiválního zubního kamene je světlejší, měkčí a lépe se odstraňuje. (6)

Subgingivální zubní kámen se může nacházet kdekoli v chrupu a má tmavší a tvrdší charakter. (8) Jeho tmavší barva je podmíněna přítomností krevních složek v této oblasti. (6) Zubní kámen však nemá přímé spojení se vznikem onemocnění parodontu, pouze slouží jako další retenční místo a je tzv. nosičem zubního plaku. (8)

1.1.4. Zložení plaku

Zubní mikrobiální povlak je složený z 3 hlavních složek, které zahrnují získanou pelikulu, intermikrobiální substanci (matrix) a bakterie. (5)

Získaná pelikula je složená hlavně ze slinných proteinů (glykoproteinů), nacházející se na povrchu zubů, případně zubních náhrad, a slouží k adhezi mikroorganismů.

Bakterie v zubním povlaku tvoří přibližně 70–80 % jeho objemu, a to ve formě 300 - 500 různých druhů mikroorganismů viz. Tabulka 1. (1), (5)

BAKTERIE DELÍME:

Podle prostředí, ve kterém žijí na:

- Aerobní (závislé na kyslíku, bez něhož nepřežijí)
- Fakultativně anaerobní (za určitých podmínek mohou přežívat i bez kyslíku)
- Striktně anaerobní (v přítomnosti kyslíku nepřežijí)

Podle svého tvaru na:

- Koky
- Tyčky
- Spirochéty

Podle složení buněčné stěny na:

- Grampozitivní
- Gramnegativní (5) (13)

Bez přítomnosti zánětu v dutině ústní převažují G+ pozitivní bakterie, tvoří až 85%. Při zánětu se složení mikroorganismů začíná měnit z G+ koků na G- tyčinky a spirochéty, s postupným převládáním anaerobních bakterií.
(5)

Pro lepší přehled o jednotlivých zástupcích bakterií je k dispozici tabulka 1.

Tabulka 1: Nejčastěji se vyskytující bakterie v dutině ústní

	Grampozitivní bakterie		Gramnegativní bakterie	
	<i>Aerobní a fakultativně anaerobní</i>	<i>Anaerobní</i>	<i>Aerobní a fakultativně anaerobní</i>	<i>Anaerobní</i>
Koky	Streptococcus S. milleri S. mitis S. mutans S. salivarius S. sanguis Staphylococcus S. epidermis Micrococcus	Streptococcus S. constellatus S. intermedius S. morbillorum Peptostreptococcus P. anaerobius P. micros Peptococcus P. magnus P. prevotii	Neisseria N. flavescens N. mucosa N. sicca N. subflava Branhamella B. catarrhalis	Veillonella V. alcalescens V. parvula Acidaminococcus A. ermentans
Tyčky	Actinomyces A. naeslundii A. viscosus Bacterionema B. matruchoti Rothia R. dentocariosa Lactobacillus L. acidophilus L. brevis L. buchneri L. casei L. cellobiosus L. delbrueckii L. fermentum L. plantarum L. salivarius	Actinomyces A. israeli A. meyeri A. odontolyticus Arachnia A. propionica Eubacterium E. alactolyticum E. brachy E. lentum E. nodatum E. saburreum E. timidum Lactobacillus L. caleniforme L. crispatus Bifidobacterium B. dentium B. eriksoni Propionibacterium P. acnes P. treudenreichii P. jensenii Clostridium	Haemophilus H. aphrophilus H. influenzae H. parainfluenzae H. paraphrophilus H. segnis Actinobacillus A. actinomycetemcomitans Capnocytophaga C. gingivalis C. ochracea C. sputigena Eikenella E. corrodens Camphylobacter C. sputorum	Bacteroides B. asaccharolyticus B. buccae B. buccalis B. capillus B. denticola B. forsythus Porphyromonas gingivalis B. gracilis B. loescheii Prevotella melaninogenica Prevotella intermedia B. oris B. oralis B. pentosaceus Fusobacterium F. naviforme F. nucleatum Leptotrichia L. buccalis Campylobacter C. concisus C. rectus Selenomonas S. sputigena Wolinella W. recta

Zdroj: Mutschelknauss, Ralf E. *Praktická parodontologie*. Praha : Quintessenz, 2002. 80-902118-8-7.

Bakterie ještě dělíme na základě typu onemocnění, které způsobují, přičemž v zubním povlaku dominuje vždy jen jedna specifická skupina bakterií. Mluvíme o bakteriích *kariogenních* nebo *parodontopatogenních*. Tento koncept se nazývá specifická plaku. (5)

Kariogenní bakterie jsou ty, které způsobují zubní kaz. Tyto bakterie se živí hlavně cukrem (glukózou, fruktózou, sacharózou), který metabolizují na kyseliny, přičemž vznikají i vedlejší produkty, ECP a ICP. Cukr je pomocí anaerobní glykolýzy proměněn na laktát, díky čemuž klesá pH v ústech pod kritickou hodnotu 5,5. Během fermentace bakterie získávají energii a mohou se dále množit. Při poklesu pH se ze zubu začnou uvolňovat minerální ionty jako CO_3^{2-} , Ca^{2+} , OH^- , PO_4^{3-} , F^- , CO_3^{2-} , Mg^{2+} , tento proces nazýváme demineralizace. . (10), (5), (14)

Kyselé prostředí v ústech vzniká vždy při konzumaci. Čím častěji potravu přijímáme, tím více převažuje demineralizace nad remineralizací a začínají vznikat povrchové eroze skloviny. Bakterie si část cukru nechávají i pro sebe na tzv. horší časy, kdy jim cukr nedopřejeme my. Tato zásoba energie se nazývá intracelulární polysacharid. Kariogenní bakterie vytvářejí i extracelulární polysacharid, který je lepkavý, zpevňuje zubní plak a slouží jako zásoba energie pro ostatní bakterie, díky čemuž se na něj přichytávají. Další jejich vlastností, která přispívá k vzniku zubního kazu, je schopnost přežívat v kyselém prostředí, kde jiné organismy zahynou. Mezi kariogenní bakterie řadíme hlavně *Lactobacillus acidophilus* a *Streptococcus mutans*. (10), (5), (14)

Bakterie, které poškozují parodont, se nazývají parodontopatogenní bakterie. Tyto bakterie se nejčastěji vyskytují v oblasti sulcus gingivalis, v parodontálních kapsách a na jazyku. Na rozdíl od kariogenních bakterií, které způsobují zubní kaz, parodontopatogenní bakterie nepřežívají v kyselém prostředí. Raději preferují neutrální až zásadité prostředí bez kyslíku. To je důvod, proč se jim dobře daří v hlubokých parodontálních kapsách a v tlustých vrstvách zubního plaku. Hlavními zdroji potravy pro tyto bakterie jsou bílkoviny, vitamín K a hemin, které nejčastěji získávají z krve. Parodontopatogenní bakterie jsou schopny způsobovat poškození

parodontu. Každá z bakterií má své specifické vlastnosti a různou úroveň virulence. (6), (5)

Tyto bakterie poškozují parodontální tkáň tím, že vytvářejí různé enzymy, toxické látky, endotoxiny a exotoxiny, přičemž každá z těchto látek má svou specifickou úlohu při destrukci závěsného aparátu. (6), (5)

Enzymy dokážou rozkládat mezibuněčnou hmotu, například kolagen, který tvoří 70 - 90 % periodontálních vláken v parodontální štěrbině. Tyto enzymy, jako je kolagenáza, proteáza, hyaluronidáza, chondroitinsulfatáza a další, mají schopnost rozkládat různé tkáně, od kterých jsou jejich názvy odvozené. (6), (5)

Bakterie také produkují metabolity, jako je amoniak, sirovodík, indol, které poškozují závěsný aparát a mohou být využívány jinými bakteriemi, což mění bakteriální složení plaku. (6), (5)

Bakteriální endotoxiny, lipopolysacharidy, jsou obsaženy v buněčné stěně G- bakterií a uvolňují se při lyzi buňky, což vede k zánětlivé reakci a stimuluje resorpci kosti. (6), (5)

Exotoxiny jsou látky, které bakterie vylučují během svého života. Například leukotoxin, produkováný bakterií *Aggregatibacter actinomycetemcomitans*, je zodpovědný za rozklad granulocytů a hraje roli v agresivní formě parodontitidy. (6), (5)

Mezi parodontopatogenní bakterie můžeme zařadit *Aggregatibacter actinomycetemcomitans*, *Fusobacterium nucleatum*, *Peptostreptococcus micros*, *Porphyromonas gingivalis*, *Prevotella intermedia*, *Tannerella forsythensis*, *Treponema denticola*. (6), (5)

Patogenita plaku závisí na struktuře a vlastnostech bakterií, přičemž G+ bakterie jsou méně patogenní než G- bakterie, stejně aerobní jsou méně patogenní jako anaerobní bakterie a taky nepohyblivé bakterie jsou méně patogenní než bakterie pohyblivé. (5)

V roce 1998 Socransky klasifikoval bakterie podle jejich patogenity do komplexů označených různými barvami (fialový, žlutý, zelený, oranžový a červený). Bakterie z fialového, žlutého a zeleného komplexu jsou časnými

kolonizátory zubu. Následně dochází k pomnožení především gramnegativních bakterií z oranžového a červeného komplexu. (1)

Oranžový komplex obsahuje bakterie, které umožňují komunikaci mezi jednotlivými druhy, často nazývané " přemostující druhy". Tyto bakterie vytvářejí jakýsi most mezi počátečními kolonizátory a patogennějšími druhy, které najdeme v červeném komplexu. Bakterie z oranžového komplexu jsou také spojeny se zvýšenou hloubkou kapsy a postupnou ztrátou attachmentu. (1), (15)

Červený komplex a specifický Aa komplex představují poslední fázi bakteriální kolonizace a jsou spojeny s největší destrukcí tkání parodontu. Tyto dva komplexy obsahují nejvirulentnější bakterie a jsou považovány za hlavní etiologické původce parodontálních onemocnění. (1), (5)

Pro větší přehlednost je k dispozici tabulka 2, v které je rozdělení jednotlivých komplexů a jejich jednotlivých zástupců. (5), (1)

Tabulka 2: Bakteriální komplexy

Komplex	Skupina mikroorganismů
Fialový (G+ tyčinky a koky)	Veillonella parvula, Actinomyces odontolyticus I
Žlutý (G+ fakultativní koky)	Streptococcus sanguis, S. gordonii, S. intermedius, S. oralis, S. mitis
Zelený (G+ a G- tyčinky a koky nepohyblivé)	Eikenella corrodens, Aggregatibacter actinomycetemcomitans typ A, Capnocytophaga ochracea, C. gingivalis, C. sputigena
Oranžový (G+ a G- tyčinky a koky, i pohyblivé)	Fusobacterium nucleatum, Prevotella intermedia, Prevotella nigrescens, Peptostreptococcus micros, Fusobacterium periodonticum, Streptococcus constellatus, Eubacterium nodatum, Campylobacter rectus, Campylobacter gracilis
Červený (G- anaerobní a pohyblivé bakterie)	Porphyromonas gingivalis, Tannerella forsythia, Treponema denticola
Specifický	Aggregatibacter actinomycetemcomitans

Zdroj: Jan Lindhe, Niklaus P. Lang, Thorkild Karring. *Clinical Periodontology and Implant Dentistry*. s.l. : Blackwell Publishing Ltd, 2008. 978-1-4051-6099-5., Eva Kovařová, Alica Müller, Tatiana Klamárová. *Orální hygiena IV*. s.l. : Akcent Print, 2012. 9788055505671.

Matrix, často nazývaná také jako intermikrobiální substancie, je označení pro materiál, který se nachází mezi bakteriemi v zubním plaku. Představuje přibližně 25 % objemu plaku a jejími hlavními složkami jsou sliny, sulkulární tekutina a extracelulární polysacharidy bakteriálního původu. (5), (12)

Mikroorganismy produkují mnoho látek, včetně polysacharidů, zejména glukanů a fruktanů, které mají důležitou roli při zpevnění plaku a zároveň slouží jako zásobárna energie pro ostatní bakterie. Tyto látky podporují přichycení bakterií na zubní povlak a tím zvyšují složitost populace v zralším plaku. (12), (16)

Další významnou součástí matrixu jsou slinné glykoproteiny a mukopolysacharidy, které jsou hlavně obsaženy v supragingiválním plaku. (12)

Naopak do subgingiválního plaku se mukopolysacharidy dostávají především ze sulculární tekutiny, jejíž množství se zvyšuje při zánětu parodontu. Sulculární tekutina se proto řadí jako třetí složka intermikrobiální substance. (12)

1.2. Prevence vzniku kazu a PPP

V době, kdy není akutní hrozba nemoci, se uplatňují preventivní opatření. Tyto metody mají za cíl ochránit zdraví a zabránit komplikacím spojeným s onemocněním. Dodržováním preventivních opatření se zlepšuje stav ústního zdraví, celková kvalita života a nakonec se také snižují náklady na léčbu. (8), (10)

Prevence onemocnění v dutině ústní zahrnuje soubor strukturovaných opatření a metod, které mají za úkol zabránit vzniku poškození tvrdých zubních tkání a parodontu (primární prevence), zastavit již vzniklé patologické procesy a zároveň obnovit zdraví dutiny ústní (sekundární prevence), odstranit poškození a minimalizovat zhoršení stavu (terciární prevence). Klíčem k úspěšné prevenci v konzervační stomatologii je konzistentní uplatňování preventivního přístupu při všech diagnostických a léčebných postupech. (3), (16)

Primární prevence zahrnuje dodržování zdravé stravy, nízký příjem sacharidů, pravidelné stomatologické prohlídky, dostatečný příjem fluoridů a důkladnou ústní hygienu, případně omezování dalších rizikových faktorů, jako je například kouření. Tento přístup by měl udržet ústní zdraví bez patologických změn. (3)

Sekundární prevence předpokládá, že již vzniklá poškození v počátečním stadiu lze změnit do dobrého stavu. Například u počátečních kariézních lézí (bílých skvrn) může dojít k jejich zastavení, aniž by se z nich staly kavitované kariézní léze. Sekundární prevence může také zahrnovat

včasnou diagnostiku gingivitídy, která se může vrátit do původního stavu a zabránit tak progresi do parodontitídy, která je již ireverzibilní. (3), (12)

Terciární prevence se uplatňuje při pokročilých změnách v ústní dutině. Zaměřuje se především na rekonstrukci a ochranu zbývajících zubů, odstranění vzniklých komplikací a zabránění jejich dalšímu možnému rozvoji. (3), (12)

Pravidelné mechanické odstraňování zubního plaku je nejlepší prevencí proti vzniku zubního kazu a plakom podmíněným parodontopatiím. Platí pravidlo, že na místech, kde se nevyskytuje zubní plak, není ani zubní kaz ani onemocnění parodontu. Pravidelné odstraňování plaku je základní hygienický návyk každého jednotlivce. (17)

1.2.1. Pomůcky domácí dentální hygieny

Pomůcky, které se používají při domácí péči o ústní dutinu, jsou rozděleny na *mechanické* a *chemické*. Kombinace obou typů pomůcek je vhodná, přičemž mechanické pomůcky mají přednost. Chemické pomůcky jsou využívány pouze jako doplněk ústní hygieny, protože plak lze efektivně odstranit pouze mechanickým způsobem. (8)

Je však skutečností, že u většiny pacientů je možné prokázat přítomnost plaku i přes mechanické čištění. To může být způsobeno nesprávnou technikou čištění, hůře dostupnými místy, nedostatečnou zručností pacienta nebo nedodržením doporučeného času čištění. Proto je používání chemických pomůcek dobrým doplňkovým řešením v boji proti supragingiválnímu plaku a překonání nedostatků při čištění. Tyto produkty obsahují látky s bakteriostatickým nebo baktericidním účinkem, antiadhezivními vlastnostmi a schopností inhibovat tvorbu plaku. Mezi ně patří antibiotika, enzymy, kvartérní amoniové sloučeniny, bis-guanidy, soli kovů, bylinné extrakty, fluoridy, látky s oxidačním účinkem, fenoly a další. (1)

Nejběžnějšími aplikačními formami chemických pomůcek v boji proti supragingiválnímu plaku jsou: zubní pasty, ústní vody, gely, žvýkačky a ústní spreje. (1)

Mezi nejběžněji používané *mechanické pomůcky* patří:

MANUÁLNÍ ZUBNÍ KARTÁČEK – představuje nejdůležitější prostředek k odstraňování plaku z vestibulárních, orálních a okluzálních plošek zubu. Do mezizubního prostoru se dostává pouze omezeně, proto se na těchto místech používají speciální pomůcky pro mezizubní hygienu. (2)

V současnosti je na trhu dostupné široké spektrum různých typů zubních kartáčků. Tyto kartáčky se rozdělují do dvou hlavních typů: manuální a elektrické zubní kartáčky. Další kapitoly se budou podrobněji věnovat elektrickým zubním kartáčkům, zatímco tato se zaměřuje na manuální zubní kartáčky a další manuální pomůcky ústní hygieny.

Zubní kartáček se skládá z 3 hlavních částí: (3)

- Hlavička
- stopka
- rukojeť

Obrázek 1: Manuální kartáček – (A) hlavička, (B) stopka, (C) rukojeť



Zdroj: Archiv autora

Jednotlivé kartáčky se od sebe liší tvarem, velikostí, tuhostí a uspořádáním vláken. (2)

Pracovní část kartáčku, tedy jeho hlavička, se vyrábí v délce 25 mm pro dospělé a 15 mm pro děti, pro lepší manipulaci v dutině ústní. (8) Hlavička je vybavena *vlákny*, která zajišťují mechanické odstraňování plaku. (2), (8)

V dnešní době se používají syntetická (nylonová) vlákna, spojená do svazků, které jsou osazeny v kartáčkové hlavici ve třech až čtyřech řadách. (8)

Průměr vláken se pohybuje od 0,15 do 0,28 mm, což určuje stupeň tvrdosti kartáčku. Na základě této hodnoty může být kartáček označen jako měkký, středně tvrdý nebo tvrdý. V současnosti nejsou doporučovány příliš tvrdé zubní kartáčky, protože mohou poškozovat měkké tkáně, a proto se obecně preferují měkkší vlákna. Ideální jsou vlákna s rovným stříhem a zaobleným koncem, čímž se taky předchází traumatizaci gingivy a tvrdých zubních tkání. (1), (2), (3), (8)

Stopka kartáčku spojuje rukojeť s hlavičkou kartáčku. Může být ohnutá na jednom nebo na více místech, čímž konec vláken získává vhodné postavení a zlepšuje se efektivita čištění. Takový designový prvek umožňuje dosáhnout vodorovného postavení koncové části vláken s rukojetí. To napomáhá zabránit nadměrnému tlaku ze strany pacienta při čištění. (3)

Rukojeť, by měla poskytovat co nejlepší uchopení, proto se šířka a délka může lišit. Na rukojeti se může nacházet vyhrazené místo pro palec, díky kterému se kartáček dostane do správného sklonu. Tato angulace umožňuje efektivnější čištění zubů a sulcu. (3)

SÓLO KARTÁČEK – jak název napovídá, jedná se o jeden svazek vláken, který je umístěn na malé, kulaté hlavičce. Svazek vláken může mít odlišnou délku, ale i zástřih. Delší vlákna se doporučují pro parodontální pacienty. (3)

Tento typ kartáčku je zvláště vhodný na precizní dočištění těžko dosažitelných oblastí, zejména distálních plošek posledních molárů, orálních plošek v cervikálních částech zubů, okolí fixního ortodontického aparátu a implantátů. (1), (2)

Kartáček se používá pomocí tzv. sólo techniky (obr.2). Tato technika čištění zubů spočívá v precizním vyčištění každého zubu samostatně. Po přiložení kartáčku na zub se vlákna jemně dotýkají okraje gingivy. S jemnými vibračními pohyby se přechází zub po zubu a kopíruje se okraj dásně, díky čemuž se vyčistí i *sulcus gingivalis*. (18)

Obrázek 2: Sóló kartáček a jeho technika použití



Zdroj: Archiv autora

DENTÁLNÍ NIT – za jejího vynálezce je považován Levi Spear Parmly, zubař z New Orleans, který již v roce 1815 svým pacientům doporučoval na čištění zubů kousek hedvábné nitě. (1)

Moderní dentální nitě jsou vyrobené z materiálů jako nylon a teflon, přičemž teflonové nite mají lepší kluz přes bod kontaktu. (13) Jsou vyráběny především jako dentální pásky pro stísněné mezizubní prostory. Spojením nylonových vláken do svazků a jejich následným spletením vznikají dentální nitě, které mají kruhový průřez. (19)

Dentální nitě existují v různých modifikacích, které jsou obohaceny o určité vlastnosti a látky. Základní rozdělení zahrnuje voskované a nevoskované nitě. Voskované nitě jsou doporučovány pro začátečníky a pacienty se stěsnanými mezizubními prostory, protože vosk snižuje tření a nit se snáze dostává skrz bod kontaktu. Kromě toho mohou být nitě obohaceny fluoridy, xylitolem, NovaMinem, aromaty jako je máta a dokonce existují i barevné nitě. (3), (13), (19)

Nejčastější způsob balení nitě je v plastové krabičce, která je uzpůsobena pro snadné odříznutí požadované délky nitě. Další možností je nit připevněná na držák. (3) Připevnění na držáku může být buď trvalé, jako je tomu u flosspicků, které se používají jednorázově, nebo se může jednat o automatický držák, který má zásobník s nití uvnitř rukojeti, což umožňuje opakované použití. (3), (20)

Nevýhodou dentální nitě je náročnost použití a vysoké riziko traumatizace papily. (3), (19) Pacient si doporučenou délku asi 50 cm *namotá na prostředníčky* obou rukou - *technika cívky* (obr.3). (13) Způsob napnutí nitě se liší podle lokalizace čistěného prostoru. Ve frontálním úseku se nit našponuje pomocí palců zatímco v laterálním úseku se doporučuje použít ukazováčky, pro snazší přístup. (3)

Pro děti a začátečníky se doporučuje tzv. *technika smyčky*, kdy se konce dentální nitě zavážou a nemusí se namotávat na prostředníčky (obr.4). (3)

Přibližně 5 cm napnuté nitě se zavádí malými pilovitými pohyby skrz bod kontaktu do interdentálního prostoru. Následně se napjatou nití obejme mesialní plocha jednoho zubu a vykonávají se vertikální stíravé pohyby, které se mohou dostat 2 až 3,5 mm pod okraj papily. Po vyčištění této plochy zubu, nit zůstává v těžce mezizubním prostoru, ale obejme distální plochu sousedního zubu, kde se také provádí vertikální pohyby k odstranění plaku. (13)

Po vyčištění daného mezizubního prostoru se nit vybere přes bod kontaktu. Použitá část nitě se otočí kolem prostředního prstu jedné ruky a současně se stejná délka odmotá z prostředníčku na druhé ruce. Tímto způsobem se zajistí čistá nit, se kterou se bude pracovat v dalším mezizubním prostoru. Celý postup se zopakuje v každém aproximálním prostoru. (3), (13), (19)

Obrázek 3: Práce s nití - Technika cívky



Zdroj: Archiv autora

Obrázek 4: Práce s nití - Technika smyčky



Zdroj: Archiv autora

SUPERFLOSS – specifický typ dentální nitě doporučovaný pro pacienty, u kterých není možné projít bodem kontaktu. Hlavní skupinu tvoří pacienti s fixním ortodontickým aparátem a protetickými náhradami, jako jsou můstky. (19)

Hlavním rozdílem superflossu oproti klasickým dentálním nitím jsou jeho segmenty (viz obr. 5). Na koncích nitě se nachází zpevněná část, která pomáhá při zavádění nitě do mezizubního prostoru nebo pod mezičlen můstku. Dále je složen z porézní bavlny a klasické dentální nitě, které zajišťují efektivní čištění. Po zavedení superflossu do mezizubního prostoru pomocí jeho zpevněné části je technika čištění stejná jako při klasické niti. (18), (19)

Obrázek 5: Superfloss



Zdroj: Archiv autora

MEDZIZUBNÍ KARTÁČKY – představují pomůcku domácí hygieny pro mezizubní prostory. Začaly se používat v roce 1960 jako náhrada za dřevěné páratka. (1) Jsou ideální pro čištění mezizubních prostorů bez stěsnání, ale i průchozích furkací a obnažených, konkávně tvarovaných kořenů, kde se zubní nit napne a nedokáže efektivně vyčistit tuto konkavitu. Dále se doporučují pro čištění mezičlenů. (2), (11)

Mezizubní kartáček pozostává z rukojeti a pracovní části. (21)

Obrázek 6: Mezizubní kartáček – (A) pracovní část, (B) rukojeť



Zdroj: Archiv autora

Pracovní část mezizubního kartáčku tvoří nylonová vlákna různé délky, která jsou upevněna na centrálním drátěném jádru. Drátek je obvykle zakroucený, díky čemuž jsou na něm upevněna vlákna (21)

Pro pacienty s implantáty se doporučuje používat drát potažený plastem, aby se předešlo jeho otěru na implantátu, čímž se zabrání jeho poškození. Tímto způsobem dochází ke zvětšení plochy implantátu, čímž se vytváří větší prostor pro ukládání plaku. (3) Drát potažený plastem je také

doporučený pro pacienty s citlivými zuby, protože kontakt kovu s povrchem zubů nebo kořenů může být nepříjemný. (1) Navíc se doporučuje i pro pacienty alergické na nikl, který tvoří jednu ze složek drátu. (19)

Tvar pracovní části může být kónický nebo cylindrický. (13) Kartáčky jsou k dispozici v různých velikostech, proto je důležité vybrat takový, který dokáže efektivně vyplnit celý mezizubní prostor. (2) Postup výběru vhodné velikosti mezizubního kartáčku je popsán na následující straně.

Rukojeť je určena k uchopení kartáčku, ale také zajišťuje připevnění pracovní části pro lepší manipulaci. Existuje více typů kartáčků, na základě připojení pracovní části ke rukojeti. Po opotřebenosti lze vyměnit pouze pracovní část, takzvaným „click“ systémem, který je šetrný k životnímu prostředí (obr. 8). (21), (22) Dalším typem je pevné spojení pracovní části s rukojetí, takže po opotřebenosti pracovní části je nutné vyměnit celý kartáček (obr. 7). Třetím typem je kartáček, u něhož stopka plní funkci držadla. (21)

Obrázek 7: Rigidní systém



Zdroj: Archiv autora

Obrázek 8: „Click“ systém



Zdroj: Archiv autora

Samotná rukojeť může mít různý tvar, délku, ohnutí a může být vyrobena z plastu nebo kovu. (1), (13), (19) Prodloužené tělo rukojeti je ideální pro čištění laterálního úseku, kde se s ním snadno dosáhne na mezizubní prostory molárů a premolárů. S krátkou a kompaktní rukojetí se těžko dostává

do mezizubních prostor molárů, proto je vhodnější ji použít ve frontálním úseku. (23)

Správná kalibrace, tedy výběr vhodné velikosti pracovní části kartáčku, je klíčovým aspektem při používání této pomůcky. Pokud se zvolí příliš malý kartáček, dochází k neefektivnímu čištění. Sice se odstraní zbytky jídla, ale aproximální stěny nejsou vyčištěny od plaku. Není vhodné zvolit ani příliš velký kartáček, který by mohl zraňovat papilu. Optimální velikost kartáčku by měla účinně vyčistit i konkávní místa na zubu. To se pozná podle mírného odporu při vkládání kartáčku do mezizubního prostoru. (13), (19), (24)

Zubní lékař nebo dentální hygienistka vybere správnou velikost mezizubních kartáčků pomocí *kolorimetrické sondy* nebo *startovacího balení* všech velikostí. (23)

Kolorimetrická sonda IAP CURAPROX má pracovní část kuželovitého tvaru s tupým hrotem. Průměr této pracovní části se zvětšuje směrem k rukojeti, přičemž ji tvoří proužky různých barev viz. Obrázek 9. Tento barevný pruh vždy koresponduje s barvou mezizubního kartáčku značky Curaprox. (24) Tyto sondy jsou vyráběny ve dvou variantách Prime a Perio, které se liší na první pohled barevnými proužky, ale i průměrem pracovní části. Sonda Perio je určena pro větší mezizubní kartáčky Curaprox Perio, které jsou vhodné pro širší mezizubní prostory. (22), (23) Zakončení pracovní části je stejné jako u mezizubních kartáčků této značky a umožňuje zacvaknutí sondy do rukojeti, která usnadňuje manipulaci v dutině ústní. (24)

Kalibrace se provádí zavedením sondy do mezizubního prostoru z vestibulární strany s přiměřeným tlakem. Po vložení sondy do mezizubního prostoru je možné identifikovat vhodný mezizubní kartáček od značky Curaprox podle posledního viditelného barevného proužku nacházejícího se na vestibulární straně mezizubního prostoru. Barva odpovídá optimálnímu mezizubnímu kartáčku pro daný mezizubní prostor. (24)

Obrázek 9: Kolorimetrická sonda



Zdroj: https://www.dentonet.ch/de/curaprox_iap_prime_sonde/artid!69755/ [Online] (18.05.2024)

Při startovacím balení je možné vyzkoušet více velikostí mezizubních kartáčků. Na základě priměřeného odporu dokáže dentální hygienistka nebo zubní lékař určit správnou velikost mezizubního kartáčku. Tento empirický výběr nemusí být vždy přesný, je založen na zkušenostech a subjektivním názoru jednotlivce. (23), (24)

Různé značky označují jednotlivé velikosti mezizubních kartáčků odlišnými barvami. Například růžový mezizubní kartáček od značky Curaprox neodpovídá velikosti růžového kartáčku od značky TePe. V takovém případě je užitečné řídit se ISO normou, kde jsou kartáčky označeny velikostmi od 0 do 7, přičemž každá velikost má specifikovaný průměr v milimetrech. (21), (25)

Je nezbytné pravidelně *rekalibrovat* mezizubní kartáčky, protože velikosti mezizubních prostorů se mohou měnit. Například po úspěšném léčení gingivitídy se příznaky zánětu vytratí a otok dásně zmizí, čím dochází k zvětšení mezizubního prostoru. V takovém případě je nutné zvolit větší mezizubní kartáček. (19)

Použití mezizubních kartáčků je poměrně jednoduché, avšak může způsobit traumatizaci, proto je nutná správná instruktáž. (13), (19) Pacient by měl uchopit kartáček mezi palec a ukazováček a jemnými krouživými pohyby jej postupně zavést do mezizubního prostoru. Zavádění kartáčku je možné provést jak z orální tak i z vestibulární strany. Po zavedení se pohybuje

kartáčkem oro-vestibulárním směrem, přičemž se tento pohyb zopakuje 3-5krát. (19), (22)

Je vhodné používat mezizubní kartáčky v kombinaci s mezizubními gely, jako jsou například TePe gingival gel nebo HERBADENT gel na dásně. Tyto gely, na rozdíl od zubní pasty, nemají abrazivní částice a usnadňují zavádění kartáčku do mezizubního prostoru. Zároveň do této oblasti dodávají účinné látky, které jsou v gelech obsaženy. (19), (26), (27)

1.3. Historie zubních kartáčků

Podobně jako u každého výrobku má i zubní kartáček svoji historii a vývoj. V minulosti nebyl tak elegantní, příjemný a efektivní, jako ho známe dnes. V různých kulturách se objevovaly odlišné styly nástrojů na čištění zubů, přičemž každý z nich plnil stejnou funkci. (28), (29)

1.3.1. Vývoj manuálního zubního kartáčku

Nejprimitivnější nástroje na čištění zubů pochází z let 3000-3500 př. n. l. ze starověké Babylónie a Egypta. Jednalo se o větvičky, jejichž konec byl roztřepen pomocí žvýkání (obr. 10). Tímto mechanismem vznikly štětinky, které byly používány k otírání povrchu zubů. (29)

V roce 1600 př. n. l. se v Číně také využívaly větvičky, avšak pocházely z aromatických stromů, díky čemuž se řešil i další aspekt péče o ústní dutinu - svěží dech. (29)

Kromě Babylonie, Egypta a Číny i jiné kultury jako Řekové, Římané a Indové využívali k čištění zubů větvičky, zvané Miswak, Siwak a Neem. Větvičky se získávaly z místních stromů *Azadirachta indica* a *Salvadora persica*. (30), (31) Tyto stromy obsahují účinné látky a tak kromě mechanického odstraňování plaku, působí také antibakteriálně a analgeticky. Dodnes jsou v některých rozvojových zemích využívány kvůli terapeutickým výhodám. Jednotlivé druhy se od sebe liší vůní, vzhledem, texturou a chutí. (32)

Obrázek 10: Zvýkací větvička



Zdroj: Zdroj: Electric Teeth. The history of the electric toothbrush . [Online]
<https://www.electriceeth.com/uk/the-history-of-the-electric-toothbrush/>.

V 15. století byl v Číně vynalezen zubní kartáček podobného typu, jaký známe dnes (obr. 11). Byl tvořen tuhými a hrubými štětinami získanými ze zadní části krku divočáka žijícího v chladném podnebí. Chlupy byly připevněny k rukojeti, která byla vyrobena ze zvířecích kostí nebo bambusu. (28)

Obrázek 11: Zubní kartáček z bambusu a prasecích štětín



Zdroj: Electric Teeth. *The history of the electric toothbrush* . [Online]
<https://www.electriceeth.com/uk/the-history-of-the-electric-toothbrush/>.

V Anglii kolem roku 1780 vytvořil William Addis první zubní kartáček s modernějším designem, avšak hlavu kartáčku stále tvořily prasečí štětiny (obr. 12). (28) Postupem času Evropanům přestaly tyto štětiny z prasat vyhovovat, protože byly příliš tvrdé. Namísto toho začaly upřednostňovat měkčí materiály, jako byly koňské vlasy nebo peří z ptáků a tak začal sériový prodej zubních kartáčků. (1), (29)

Obrázek 12: Addiho zubní kartáček

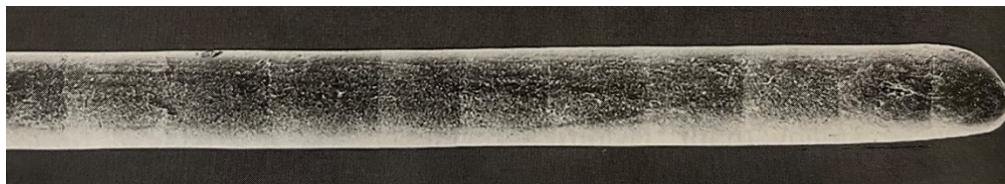


Zdroj: Electric Teeth. *The history of the electric toothbrush*. [Online]
<https://www.electriceeth.com/uk/the-history-of-the-electric-toothbrush/>.

Až v roce 1938 se zvířecí štětiny staly minulostí a byly nahrazeny syntetickými vlákny nylonu. Tento nový kartáček s nylonovými vlákny byl znám pod názvem „záračný zubní kartáček doktora Westa“. Změna materiálu štětín přispěla k redukci množství bakterií obsažených na povrchu kartáčku. (29) Tyto mikroorganismy se usazovaly v dutinkách nacházejících se na přírodních štětinách (obr. 14). Dalším pozitivním aspektem syntetických vláken je jejich neschopnost absorbovat vodu, čím si udržují pevnost delší dobu. Naopak, přírodní štětiny rychle měknou a stávají se při odstraňování plaku neúčinné. V neposlední řadě mají syntetická vlákna zaoblené konce vláken a jsou tak šetrnější k dásním i k samotnému zubu (obr. 13). (2)

Syntetické vlákno pod mikroskopem

Obrázek 13: Syntetické vlákno pod mikroskopem



Zdroj: Botticelli, Antonella Tani. *Dentální hygiena : teorie a praxe*. s.l. : Quintessenz, 2002. 8090318118.

Obrázek 14: Přírodní štetiny pod mikroskopem



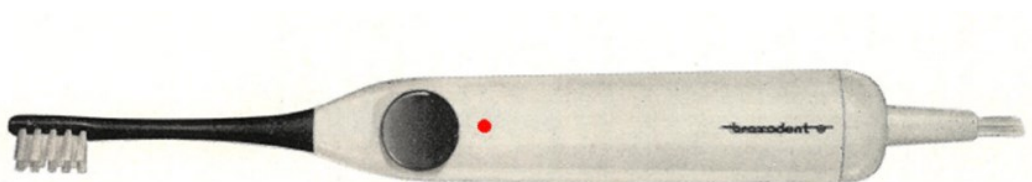
Zdroj: Botticelli, Antonella Tani. *Dentální hygiena : teorie a praxe*. s.l. : Quintessenz, 2002. 8090318118.

1.3.2. Vývoj elektrického zubního kartáčku

Původním záměrem výroby elektrického zubního kartáčku bylo umožnit jeho používání pacientům s omezenými motorickými schopnostmi a ortodontickým pacientům s fixním ortodontickým aparátem za účelem jednodušší manipulace a následně s tím spojené zlepšení ústní hygieny. Zlepšování životního stylu zapříčinilo, že se tento typ zubního kartáčku stal populárním i u běžných uživatelů. (28)

Koncem roku 1937 Tomlinson Moseley vyrobil první elektrický zubní kartáček Motodent. Ve Švýcarsku v roce 1954 Dr. P.G. Woog vytvořil Broxodent, na americký trh se však dostal až v roce 1960 (obr. 15). (33) Tento kartáček musel být připojen kabelem do zásuvky, aby mohl fungovat, což byla jeho hlavní nevýhoda, protože elektřina a voda nejsou nejlepší kombinací. (28)

Obrázek 15: Broxodent



Zdroj: *Safety and Design Aspects of Powered Toothbrush—A Narrative Review*. Clarence Ng, James Kit Hon Tsoi, Edward C. M. Lo, Jukka P. Matinlinna. 1, 2020, *Dentistry Journal*, Zv. 8. 2304-6767

Na počátku 60. let 20. století představila společnost General Electric "automatický zubní kartáček" (obr. 16). Tento zubní kartáček byl schopen provést až 2 000 stíracích pohybů za minutu. Jeho hlavním vylepšením byla bezdrátovost a hnací sílu poskytovaly dobíjecí NiCad baterie. Přestože byl

kartáček bezdrátový a člověk se s ním mohl pohybovat ve velkém rozsahu, byl poměrně těžkopádný a velký, což mělo své nevýhody při manipulaci v dutině ústní. Dodával se s nabíjecím stojánkem, který držel kartáček ve svislé poloze a uživatel ho tam odkládal, i když kartáček ještě nebylo třeba nabíjet. Tento způsob však nebyl nejlepší pro udržení ideální životnosti NiCad batérie, navíc tyto batérie také trpěly paměťovým efektem a měly krátkou životnost. (33)

Obrázek 16: General Electric "automatický zubní kartáček"



Zdroj: https://americanhistory.si.edu/collections/nmah_702386 [Online] (18.05.2024)

K další inovaci ve světě elektrických kartáčků došlo v 80 letech minulého století, kdy se začaly používat rotační kartáčky. Prvním rotačním kartáčkem byl Rotadent. (34) Tento kartáček měl kulatou hlavici a tvar vláken byl prodloužený, špičatý nebo s dutinkou uprostřed. (35)

Obrázek 17: Rotadent



Zdroj: Rotadent ProCare® Professional Rotary Toothbrush | DenMat [Online] (18.05.2024)

Kartáček Interplak byl také považován za rotační, přičemž hlavice obsahovala celkem 6–8 svazků vláken, uspořádaných do dvou řad. Tyto snopce se otáčely rychlostí 2300 otáček za minutu, přičemž neustále měnila směr a pulzovala proti zubům. (2), (35), (36)

Obrázek 18: Hlavice kartáčku Interplak s naznačením jeho pohybu



Zdroj: <https://www.samsclub.com/p/interplak-oscill8-replacement-heads/prod26001757> [Online] (18.05.2024)

První oscilačně-rotační kartáček Braun se objevil na trhu v roce 1991, v tom samém období byl vynalezen i sonický zubní kartáček. Ten byl uveden na trh o pár měsíců později, v roce 1992, na konferenci Americké parodontologické akademie v Chicagu. (35), (37), (38)

První ultrazvukový zubní kartáček, nazvaný Ultima a později Ultrasonex, získal patent v roce 1992. (33)

Tato raná historie položila základy pokročilých zubních kartáčků, které známe a používáme dnes. (33) Na trhu existuje široká škála hlavíc s různě uspořádanými vlákny a mnoho technologií s různými režimy čištění. V současné době jsou nejkomerčněji dostupné elektrické zubní kartáčky s oscilačně-rotací a sonickou technologií. (39) Další informace o těchto kartáčcích a jejich vývoji jsou uvedeny v kapitolách zaměřených na jednotlivé technologie.

1.4. Elektrické zubní kartáčky

Jak již bylo uvedeno, elektrický zubní kartáček byl původně navržen s cílem pomoci osobám se zdravotním postižením a osobám s omezenou manuální zručností. (28), (40) Dnes jej však používá každý, komu vyhovuje.

Elektrický zubní kartáček je poháněné zařízení, které obsahuje elektromotor umístěný v rukojeti. Elektromotor přeměňuje elektrickou energii na mechanický pohyb, který se dále přenáší na hřídel a pohání tak hlavici kartáčku. (41) Jeho charakteristickým rysem je rychlý a automatický pohyb vláken na hlavici. (40)

Rychlý vývoj na tomto trhu vedl k rozdělení současných kartáčků do různých kategorií viz. Tabulka 3. Na základě typu pohybu, který vlákna vykonávají, je lze rozdělit do dvou hlavních skupin, a to na *vibrační* nebo *oscilačně-rotací*. (40), (42) U vibračních zubních kartáčků se vlákna pohybují ze strany na stranu, tedy vibrují. Hlava tohoto typu zubního kartáčku má podobný tvar jako běžný manuální zubní kartáček. (42) Zubní kartáčky s oscilačně-rotací technologií mají malou hlavici kulatého tvaru. Hlavice vykonává půlkruhový pohyb, který se mění ve směru a proti směru hodinových ručiček, zatímco i pulzuje směrem k zubu. (40), (42)

Podle rychlosti pohybu lze elektrické zubní kartáčky rozdělit do tří kategorií: *standardní*, *sonické* a *ultrazvukové zubní kartáčky*. Sonické zubní kartáčky kmitají ve frekvenčním rozsahu, který je slyšitelný pro lidské ucho, tj. 20-20 000 Hz. Pokud elektrický zubní kartáček přesahuje tento slyšitelný

rozsah, označuje se jako ultrazvukový zubní kartáček, naopak pokud je frekvence nižší než 20 Hz, považuje se za standardní elektrický zubní kartáček. (42)

Existují i další typy elektrických zubních kartáčků: rotační (vlákna rotují v jednom směru), protisměrně - rotační (vlákna uspořádaná do 6-10 svazků rotují nezávisle na sobě), ionizační (vytvářejí elektrický náboj, který se přenáší na povrch zubu, se záměrem rozrušit strukturu zubního plaku). (40), (43), (44)

Tabulka 3: Přehled různých typů kartáčů

Typ kartáčku	Prováděný pohyb
Rotačný kartáček	Hlava kartáčku se otáčí pouze jedním směrem
Protisměrně – rotační kartáček	Na hlavičce se svazky vláken otáčejí jedním směrem a pak druhým
Oscilačno – rotační kartáček	Hlava kartáčku se otáčí ve směru a následně proti směru hodinových ručiček
Vibrační kartáček	Vlákna se pohybují lineárně ze strany na stranu
Ionizační kartáček	Na povrch zubu je přiveden elektrický náboj
Ultrazvukový kartáček	Vlákna kmitají na ultrazvukové frekvenci (>20k)

Zdroj: *Powered toothbrush-a review*. Aparna Sussalan, Manjunath Puranik, K R Sowmya. 2018, ResearchGate.

Modernější elektrické zubní kartáčky často využívají konstrukční prvky, které jsou pečlivě navrženy s cílem zvýšit účinnost čištění, motivovat pacienty a minimalizovat možnost traumatizace. (40)

Mezi nejpokročilejší konstrukční prvky patří:

Časovač – téměř každý moderní elektrický zubní kartáček má zabudovaný časovač. Tento mechanismus informuje pacienta o délce čištění zubů a motivuje ho k čištění zubů po dobu minimálně 2 minut. Vyznačuje se bzučením nebo krátkým přerušením chodu zubního kartáčku, obvykle po 30 sekundách. Tento signál upozorní pacienta, aby si vyčistil další kvadrant

dutiny ústní. Po 2 minutách se některé kartáčky automaticky vypnou a dají tak pacientovi najevo, že si zuby čistil dostatečně dlouho. (40)

Tlakový senzor – nadměrný tlak při čištění zubů může poškodit dásně a přispívat k tvorbě abfrakcí. (45), (46) Tlakový senzor chrání pacienta před agresivním čištěním zubů různými mechanismy. Když optimální tlak překročí 0,8 - 2,5 Newtonů, senzor upozorní uživatele zvukovým signálem, změnou barvy, vibracemi nebo automaticky sníží frekvenci čištění, nebo se úplně zastaví. (40)

Bluetooth – umožňuje přenos dat z elektrického zubního kartáčku do jiného zařízení Bluetooth, například do chytrého telefonu. V mobilní aplikaci se zobrazí informace o délce čištění, vynechaných místech a nadměrném tlaku během čištění. Tato funkce se uplatňuje i v opačném směru, což znamená, že prostřednictvím mobilní aplikace si může uživatel nastavit různé režimy čištění a zubní kartáček se zvolenému režimu přizpůsobí. Toto sdílení dat mezi mobilním zařízením a elektrickým zubním kartáčkem má pacientovi pomoci zdokonalit techniku čištění zubů a zlepšit hygienické návyky. (40)

Displej – některé elektrické zubní kartáčky mají interaktivní obrazovku, která vizuálně komunikuje s uživatelem. Zobrazuje dobu čištění, stav nabití baterie, různé režimy čištění, které si pacient může vybrat a některé dokonce zobrazují ikony smajlíků, které motivují uživatele pro optimální čištění zubů. (40)

Režimy čištění – většina kartáčků nabízí různé režimy čištění, u kterých se dá nastavit úroveň intenzity. Mezi nejznámější režimy patří Sensitive (pro citlivé zuby), Gum care (péče o dásně), Whitening (podpora bělení) a mnoho dalších. Pacient si vybere možnost, která mu vyhovuje nejvíce. (40)

1.4.1. Vlákna

Jednou z nejdůležitějších částí zubního kartáčku jsou jeho vlákna, protože přicházejí do přímého kontaktu se zubním povrchem. Základní parametry, jako je délka, průměr, materiál a tuhost vláken, mohou ovlivnit efektivitu čištění zubů. (42)

Délka vláken - může ovlivnit tuhost. Kratší štětiny jsou tužší, protože mají menší flexibilitu ve srovnání s delšími štětini. Některé zubní kartáčky kombinují různé délky vláken pro dosažení lepších výsledků. (42)

Průměr vláken - je důležitým faktorem, podle kterého můžeme určit tuhost zubního kartáčku. Měkké vlákna mají obvykle průměr 203 - 229 μm , střední vlákna mají průměr 305 μm a tvrdé vlákna mají průměr 330 μm . Tyto rozměry musí být při výrobě dodrženy a maximální povolená odchylka je 12,7 μm . (42)

Materiály vláken - jak již bylo zmíněno, původní zubní kartáčky používaly přírodní štětiny vyrobené z chlupů prasat a koní. Tyto zvířecí štětiny byly při čištění poměrně účinné, ale díky nerovnému povrchu se na nich udržovalo více bakterií. Dalším problémem bylo zadržování vody a pomalejší schnutí, což mělo vliv na rychlejší vypadávání štětín z hlavice kartáčku. Proto došlo ke změně materiálu používaného k výrobě vláken zubních kartáčků. Dnes se nejčastěji používá nylon nebo směs nylonu a polyesteru. Nylon byl prvním syntetickým vláknem na světě, objeveným v roce 1935. O tři roky později se začal používat v zubních kartáčkách. Dnes známe různé typy nylonu, které se označují čísly. Pro výrobu štětín se nejčastěji používá nylon 6-12, stejný typ se používá i pro výrobu kosmetických štětců. Důvodem je jeho ideální pružnost a měkkost a také dobrá odolnost vůči chemikáliím, teplu a opotřebení. Díky těmto vlastnostem se snižuje pravděpodobnost poranění dásní při čištění, navíc jsou konce štětín zaoblené. Existují i jiné, alternativní materiály, které se používají k výrobě štětín. Těmito materiály jsou polyesterové sloučeniny, jako je polybutylen tereftalát a polyetylen tereftalát, jejichž hlavními výhodami jsou nižší cena, lepší odolnost a menší absorpce vody ve srovnání s nylonovými vlákny. Jejich nevýhody jsou však poměrně závažné, a proto se používají pouze v jednorázových kartáčkách. Jsou málo pružné a příliš tuhé pro pravidelné používání. Nicméně se používají i ve směsi s nylonovými štětini, z důvodu snížení celkových nákladů za výrobu kartáčku. (42)

Tuhost vláken - jak již bylo zmíněno, tuhost štětín je ovlivněna délkou, průměrem a také materiálem použitým při výrobě. Tato vlastnost má vliv na

efektivitu čištění. Existují různé typy vláken, které lze klasifikovat jako měkké, středně tvrdé a tvrdé. (47)

Americká dentální asociace (ADA) doporučuje měkká vlákna pro téměř 90 % populace, zejména pacientům s citlivými zuby. Umožňují účinné a bezpečné čištění zubů, avšak je důležité čistit zuby dostatečně dlouho. Na druhou stranu, příliš měkká vlákna u elektrických zubních kartáčků mají nevýhody. Při vysokých rychlostech se vlákna příliš lámou, to způsobuje nekoordinované pohyby, které vedou k méně účinnému čištění a dokonce mohou způsobit i traumatizaci. (48)

Tvrdá a středně tvrdá vlákna lze doporučit pacientům s omezenou motorikou, velmi špatnou ústní hygienou nebo tělesně postiženým pacientům. Tito pacienti nemusí být schopni kartáček správně uchopit a vyvinout dostatečný tlak vhodný pro čištění, proto se doporučují tvrdší vlákna, která odstraní plak i při menším tlaku a kratší době čištění. (42)

Při použití kartáčku z tvrdých vláken u zdravého pacienta je potřebné dávat větší pozor. Často se stává, že pacienti používají nesprávnou techniku čištění, která v kombinaci s nadměrným tlakem přispívá k traumatizaci dásní a také podporuje tvorbu abfrakcí. (42)

Barva vláken - často slouží k označení různé tvrdosti štětín, ale jejím hlavním úkolem je signalizovat opotřebení vláken. Stejně jako všechny věci, i vlákna zubního kartáčku se používáním opotřebovávají. Proto v roce 1989 navrhl chemik Mikloš Breuer a jeho kolegové strukturu štětín obsahující barviva, která se při používání uvolňují a mění barvu vláken. Tento mechanismus pomáhá signalizovat míru opotřebení štětín a naznačuje uživateli, kdy je čas kartáček vyměnit, což zajišťuje udržení maximální účinnosti čištění. (42), (49)

Po určité době používání se na štětínách zubního kartáčku může hromadit velké množství bakterií. Tyto bakterie se obtížně odstraňují, a tak se mezi jednotlivými použitími množí. Proto byly vyvinuty samosterilizující zubní kartáčky s barvivy ve vláknech. Barviva jsou obsažena v mikrokapslích spolu s dezinfekčními látkami, které jsou rozmístěny ve vláknech zubního kartáčku. Během používání se uvolňuje dezinfekční prostředek, který mezi jednotlivými

použitími eliminuje růst bakterií. Spolu s dezinfekčním prostředkem se samozřejmě uvolňuje i barvivo, které slouží jako indikátor množství dezinfekčního prostředku v mikrokapsli. Postupné blednutí barvy na vláknech signalizuje, že dezinfekční prostředek je již vyčerpán, a připomíná uživateli, aby kartáček nebo hlavici kartáčku vyměnil za novou. (42)

1.5. Sonická a hydrosonická technologie

Sonická a hydrosonická technologie funguje na principu vysokofrekvenčního stíracího pohybu ve vertikálním směru. Kromě mechanického pohybu je čisticího účinku dosaženo také pomocí dynamického vlnění. (50) Termín dynamická vlna/hydrodynamická vlna označuje směs vody, pasty a slin, která se dostává do hůře dostupných míst a okysličuje je. (48)

O této technologii mluvíme tehdy, když elektrický zubní kartáček pracuje na slyšitelné "sonické" frekvenci, která se pro lidské ucho pohybuje v rozmezí 20 až 20 000 Hz. (42) Při takové frekvenci vlákna kartáčku vykonají 30 000 a více kmitů za minutu. (51) Vyšší frekvence používají ultrazvukové zubní kartáčky, o nichž se zmiňují v kapitole 1.7. (42)

1.5.1. Historie

Vynález prvního vysokofrekvenčního zubního kartáčku byl významným milníkem ve světě stomatologie. (51) V roce 1992 byla na zasedání Americké parodontologické akademie v Chicagu představena technologie, která kombinovala mechanické odstraňování plaku s dynamickým prouděním tekutiny způsobeným vysokou rychlostí vláken. Tento elektrický zubní kartáček, nazvaný Advance, reprezentoval značku Sonicare po deset let beze změny. (37), (38)

V roce 2002 byla na trh uvedena druhá generace kartáčků Sonicare s názvem Elite. Patentovaná sonická technologie byla zachována, ale měla určité odlišnosti od svého předchůdce. Zástřih vláken na nové kartáčkové hlavici měl kopírovat tvar zubů, hřidel kartáčku byla tenčí a mírně nakloněná, aby umožňovala lepší přístup do těžko přístupných míst a poslední změna se týkala rukojeti. Rukojeť kartáčku byla menší, lehčí a měla nové funkce, jako je

indikátor nabití a tlačítko, které umožňovalo přepínat mezi vyšší a nižší rychlostí. (37), (38)

O 5 let později se na trhu objevila třetí generace Sonicare, kterou pojmenovali FlexCare. Ve srovnání s předchozími generacemi došlo k výraznému zlepšení. Jedním z nich bylo použití hlavice kartáčku, která již neobsahovala součásti motoru jako dříve. Tyto komponenty byly nyní umístěny pouze v rukojeti, která byla navíc menší a kompaktnější. Rozhraní mezi kartáčkovou hlavicí a rukojetí bylo zjednodušeno pro lepší čištění kartáčku a pohodlnější výměnu hlavice. (38)

Nový pohonný systém FlexCare využíval pokročilé a inovativní technologie. Jak jsem již zmínila, všechny součásti motoru byly umístěny v rukojeti, přičemž hlavní rezonátor byl umístěn uprostřed rukojeti. Při tomto umístění se distální konce rezonátoru otáčely v opačných směrech a působily proti sobě. Hlavní výhodou této vylepšené technologie bylo, že izolovala vibrace motoru od ruky uživatele, a tím zajišťovala příjemnější zážitek z čištění zubů. (37), (38)

Na základě individuálních preferencí uživatelů bylo toto zařízení vybaveno třemi režimy čištění. Tyto režimy čištění se používají dodnes a představují různé kombinace frekvence a amplitudy, jejichž výsledkem jsou charakteristické pohyby vláken. (37), (38)

V roce 2008 vytvořila společnost Phillips UV sanitizér spojený s nabíječkou zubních kartáčků. Ultrafialový sanitizér je vhodný pro 2 kartáčkové hlavice a snižuje počet mikroorganismů už po jednom 10 minutovém cyklu. Jeho použití je velmi snadné, po zavření dvířek se aktivuje dezinfekční cyklus, který se po 10 minutách automaticky vypne. Pokud zůstanou dvířka otevřená, dezinfekce se okamžitě přeruší. (37)

S postupem let společnost Phillips stále vytvářela nová vylepšení a nové modely zubních kartáčků. V roce 2013 představila nový zubní kartáček s tlakovým senzorem, který upozorňoval na příliš velké vyvíjení síly na zubní kartáček. Dalším vylepšením v roce 2016 bylo začlenění technologie bluetooth do zubního kartáčku. Díky této technologii a chytrému senzoru lze v aplikaci vytvořit 3D mapu, která uživateli pomůže identifikovat problematická

místa, aby věděl, že se má na tato místa zaměřit o něco více a znovu je vyčistit. (37), (38)

Mezi nejnovější modely patří zubní kartáčky Prestige, DiamondClean, ProtectiveClean, DiamondClean Smart (obr. 19) a ProtectiveClean Smart, které mají výkon 62 000 pohybů za minutu.

Na trhu se objevily i další značky, které využívají sonickou technologii. Patří mezi ně Oclean, Silk'n, Sencor, Curaprox a mnoho dalších, ne tolik známých značek.

Obrázek 19 Phillips Sonicare DiamondClean Smart



Zdroj: Archiv autora

1.5.2. Sonické a hydrosonické kartáčky

Kromě vysokofrekvenčního stíracího pohybu ($\geq 30\,000$ pohybů za minutu) ve vertikálním směru vytváří dynamické vlnění známé také jako hydrodynamický efekt. Tento princip lze přirovnat k přírodě. Při čištění zubů se v ústní dutině vytváří směs složená ze slin, vody a zubní pasty. Sonický zubní kartáček tuto směs proměňuje na tzv. rozbouřený horský proud, který okysličuje i těžko dostupná místa v dutině ústní. (51)

Kromě jiného toto velmi silné turbulentní vlnění dosahuje ve velmi vysoké rychlosti i místa vzdálená 4-6 mm od konce vláken kartáčku. Tímto

způsobem dochází k narušení zubního plaku a bakterií v něm obsažené. (51), (52)

Studie s názvem: *Účinnost dynamického působení tekutiny zubního kartáčku Sonicare na odstraňování lidského supragingiválního plaku* potvrdila efektivní odstranění supragingiválního zubního plaku in vivo pomocí hydrodynamického efektu. V ní došli autoři Stanford CM, Srikantha R, Wu CD. k závěru, že pomocí hydrodynamické vlny se plak zredukoval až o 56-78 %, přičemž konce vláken kartáčku byly ve vzdálenosti 3 mm od povrchu skloviny. (53)

Nejrozšířenější značkou v oblasti sonických zubních kartáčků je Phillips sonicare. V současné době si však získává oblibu také hydrosonický zubní kartáček od společnosti Curaprox, který byl vyvinut ve spolupráci s renomovaným parodontologem, profesorem U. P. Saxerem. (51) Jsou k dispozici 3 modely této značky: Hydrosonic EASY, Hydrosonic BLACK IS WHITE a nejpokročilejší model Hydrosonic PRO (obr. 20). (54)

Obrázek 20 Curaprox Hydrosonic Pro



Zdroj: Archiv autora

Uživatel má možnost vybrat si ze 3 kartáčkových hlavice (POWER, SENSITIVE, SINGLE), které jsou vybaveny speciálními vlákny Curen. Tato vlákna jsou měkčí než u jiných elektrických kartáčků a neabsorbují vodu, což zaručuje jejich dlouhodobou účinnost. (51), (52)

Hlavice s názvem POWER je určena pro každodenní použití, hlavice SENSITIVE má extra měkká vlákna, která jsou vhodná pro citlivé zuby a dásně. (52) Tyto kartáčkové hlavice mají pracovní část ve tvaru kapky, která umožňuje spolupráci mezi delšími a kratšími vlákny. Delší štětiny jsou umístěny na okraji kartáčkové hlavice a používají se především k mechanickému čištění. Ve střední části hlavice však najdeme kratší vlákna, která vytvářejí cílený hydrodynamický účinek směrem k zubu, přičemž se jen nepatrně dotýkají jeho povrchu. (51)

Třetí typ hlavice, nazvaný SINGLE, je součástí balení Hydrosonic PRO a používá se stejným způsobem jako manuální sólo kartáček, a to pro dočišťování těžko přístupných míst. (52)

Všechny kartáčkové hlavice jsou mírně nakloněny pod úhlem 10-15 stupňů, aby bylo zajištěno optimální čištění a snadnější přístup do oblasti molárů nebo hůře přístupných míst. (52)

Je třeba poznamenat, že velkou výhodou těchto hlavice je jejich pogumovaná zadní část, která zabraňuje nepříjemným pocitům při čištění, v případě dotyku zubů. (51)

Přesný vysokofrekvenční motor je umístěn uvnitř rukojeti a přenáší pohyb na kartáčkovou hlavici. Pomocí tlačítka na rukojeti lze nastavit různé režimy čištění, jejichž intenzita se pohybuje od 44 000 do 84 000 pohybů za minutu. Režimy jsou signalizovány LED kontrolkou uprostřed rukojeti. (54), (55)

Plně nabitá baterie vydrží až 60 minut provozu, takže při 4-minutovém čištění zubů denně, vydrží až 2 týdny. Výkon zubního kartáčku se nesnižuje, ani když je baterie téměř vybitá. (54)

1.5.3. Používání sonického zubního kartáčku

Pro účinné čištění zubů je důležitý úchop zubního kartáčku. Pokud se drží zubní kartáček nesprávně, například v celé dlani, může se vyvíjet příliš velký tlak na zuby a dásně. Naopak příliš lehký úchop, kdy se zubní kartáček drží jako tužka, může způsobit nestabilitu. Nejlepší je držet zubní kartáček všemi konečky prstů. Následně se na vlákna kartáčku nanese zubní pasta s nízkým obsahem abrazivních látek. (48)

Vlákna se přikládají na zub a dásně současně pod úhlem 45 stupňů směrem k dásni (obr. 21). Tímto způsobem se účinně vyčistí i sulcus gingivalis. U pacientů s dlouhou klinickou korunkou se doporučuje přidat stíravý pohyb, aby se důkladně vyčistil celý její rozsah. Po několika sekundách se přejde na další plochu zubu a postup se opakuje, dokud nejsou vyčištěny všechny vestibulární, orální a okluzní plošky zubů. Nesmí se zapomenout na distální plochy posledních molárů, které se čistí jednoduše, nakloněním celého kartáčku (obr. 21). (48)

Před zahájením čištění sonickým zubním kartáčkem se doporučuje použít mezizubní kartáček, díky kterému se vyčistí plak z mezizubního prostoru a dynamická vlna následně tento prostor okyslíčí a odplaví zbytky plaku. (48)

Správná péče o zubní kartáček po každém čištění zubů je velmi důležitá pro prodloužení jeho životnosti. Doporučuje se sejmut hlavic kartáčku a opláchnout ji, stejně jako rukojeť a hřídel kartáčku, na níž je hlavice nasazena. Obě části, hlavice a rukojeť, by se měly nechat odděleně uschnout. Zabrání se tak tvorbě vodního kamene a zasychání pasty na kartáčku, což by mohlo způsobit jeho poruchy. (48)

Obrázek 21 Technika použití sonického kartáčku



Zdroj: Archiv autora

1.6. Rotační, Oscilačně - rotační a IO technologie

Oscilačně-rotační kartáčky se od rotačních kartáčů liší tím, že se nepohybují pouze jedním směrem do kruhu, ale vykonávají půlkruhový pohyb tam a zpět v rozsahu přibližně 90 stupňů a navíc pulzují kolmo na zuby. Společným znakem těchto kartáčků, který je zároveň hlavním rozdílem od ostatních elektrických zubních kartáčků, je tvar hlavice. Pracovní část hlavice je kulatá a poměrně malá, je navržena a inspirována profesionálními gumovými kalíšky používanými v ordinacích zubních lékařů a dentálních hygienistek. Tento výrobek je navržen tak, aby optimálně kopíroval anatomii zubů. Průměr pracovní části hlavice je jen 13 mm, takže se snadno přizpůsobí zakřivení zubního oblouku a zajistí snadný přístup k těžko přístupným místům. (56), (57)

1.6.1. Historie

Průkopníkem rotačního pohybu hlavice byl kartáček Rotadent, který se v roce 1987 uvedl na trh jako první rotační zubní kartáček. Hlavice tohoto modelu se otáčela pouze jedním směrem. (56)

Technologie pokorčila a o 4 roky později, v roce 1991, uvedla značka Braun na trh oscilačně-rotační elektrický zubní kartáček. Byl to první zubní kartáček, jehož štětiny kroužily nejprve v jednom směru a poté v opačném směru, čímž se zvýšilo smykové tření působící na povrch zubu, a tudíž se zlepšilo odstraňování zubního plaku. Poprvé bylo vědecky prokázáno, že elektrický zubní kartáček Oral-B s oscilačně-rotačním pohybem je ve srovnání s manuálním zubním kartáčkem účinnější nejen při odstraňování plaku, ale také při zlepšování zdraví dásní. (56)

V další části se podrobněji zaměřím na elektrické zubní kartáčky od značky Oral-B, protože jako první zavedly oscilačně-rotační pohyb hlavice a tento princip používají dodnes. (56)

K technologickému posunu došlo v roce 1998, kdy společnost Braun představila zubní kartáček Oral-B 3D Plaque. Zlepšení se projevilo v pohybu hlavice, která kombinovala oscilačně-rotační pohyb s pulzujícím pohybem v podélné ose vláken. Hlava kartáčku pulzovala 40 000krát za minutu a otáčela se 8 800krát za minutu. Kombinace těchto pohybů opět zefektivnila narušování vrstvy plaku a jeho následné odstraňování z povrchu zubu. (56)

Dalším krokem vpřed pro Oral-B byl model Triumph™ ProfessionalCare 9000. V tomto modelu bylo do těla kartáčku implementováno výpočetní zařízení a také mikročip do každé hlavice kartáčku. Zubní kartáček se stal inteligentnějším a byl schopen upozornit uživatele na výměnu opotřebované hlavice, byl také schopen každých 30 sekund zvukově upozornit uživatele na změnu kvadrantu v ústní dutině. Tímto způsobem bylo dosaženo doporučeného dvouminutového časového intervalu. (56)

Nejvýznamnějším zlepšením se stala implementace senzoru tlaku. Tlakový senzor zajišťuje bezpečnou manipulaci se zubním kartáčkem, aby kombinace abrazivních zubních past a nadměrného tlaku štětín na povrch

zubu nezpůsobila traumatické změny v DÚ. Zubní kartáček Oral-B upozorní uživatele na nadměrný tlak nejen vizuálně, ale také snížením frekvence oscilačně-rotačního pohybu a úplným zastavením pulzujícího pohybu. Limitem, při kterém se tlakový senzor aktivuje, je tlak ekvivalentní síle 2,4 Newtonů nebo hmotnosti 250 gramů. Při nadměrném tlaku se na těle kartáčku rozsvítí červená kontrolka. Tato zpětná vazba učí uživatele používat při čištění zubů přiměřený tlak a je klinicky prokázáno, že během 30 dnů se aktivace tlakového senzoru sníží až o 88 %. (56)

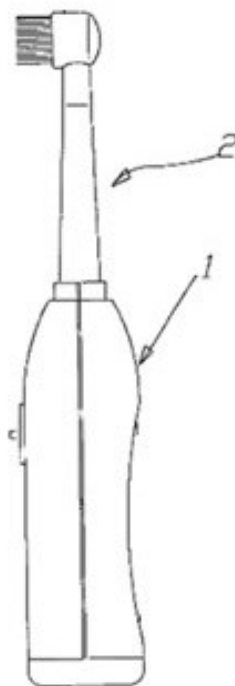
Mezi další pokroky patří vylepšení nejen ve funkční, ale i ve vizuální oblasti. Ergonomičtější design rukojeti přispěl k pohodlnějšímu držení kartáčku, k dispozici bylo stále více režimů čištění, z nichž si pacient mohl vybrat ten, který mu nejvíce vyhovuje. V neposlední řadě se implementovala interaktivní funkce prostřednictvím technologie Smart, která propojuje kartáček s mobilní aplikací prostřednictvím bluetooth a poskytuje uživateli okamžitou zpětnou vazbu. (58)

V září 2020 byla značkou Oral-b představena nejnovější inovativní řada zubních kartáčků Oral-b iO. (59) Tato technologie představuje kompletní redesign, který je výsledkem více než šestiletého vývoje. (58) Více informací o této technologii je popsáno v podkapitole 1.6.3.

1.6.2. Oscilačně – rotační zubní kartáček

Tyto typy zubních kartáčků mají stejně jako ostatní elektrické zubní kartáčky konstrukci sestávající z blokové rukojeti (č. 1 obr. 22), zařízení pro přenos energie a kartáčkové hlavice (č. 2 obr. 22).

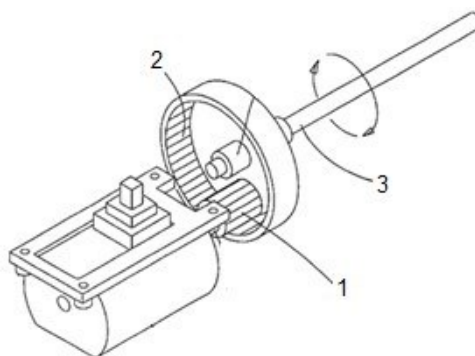
Obrázek 22: Nákres oscilačně-rotačního zubního kartáčku, bloková rukojeť (1), hlavice kartáčku (2)



Zdroj: *Safety and Design Aspects of Powered Toothbrush—A Narrative Review*. Clarence Ng, James Kit Hon Tsoi, Edward C. M. Lo, Jukka P. Matinlinna. 1, 2020, *Dentistry Journal*, Zv. 8. 2304-6767

Podrobněji se zaměřím na zařízení, které vytváří a přenáší elektrickou energii na mechanický pohyb kartáčkové hlavice. (58) Do tohoto procesu jsou zapojena zařízení, jako je elektromotor a převodové zařízení, které se skládá ze 3 hlavních součástí - vnitřního převodu, vnějšího převodu a spojovací tyče. Hřídel elektromotoru je připojena k vnitřnímu ozubenému kolu - vnitřní převodovka (č. 1 obr. 23), které je v záběru s vnějším ozubeným kolem - vnější převodovka (č. 2 obr. 23). Vnější převodovka je dále spojena s první spojovací tyčí (č. 3 obr. 23), která je spojena s druhou spojovací tyčí (č. obr. 24) umístěnou v hlavě kartáčku. Tímto způsobem se kinetická energie generovaná rotačním pohybem elektromotoru přenáší na hlavu kartáčku prostřednictvím všech výše uvedených součástí, přičemž hlava již vykonává oscilačně-rotací pohyb. (42)

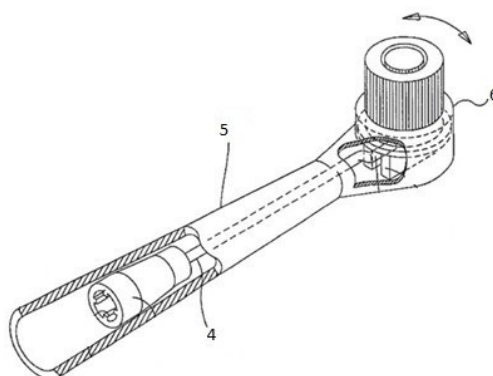
Obrázek 23: Převodový systém oscilačně-rotačního kartáčku, vnitřní ozubené kolo (1), vnější ozubené kolo (2), první spojovací tyč (3)



Zdroj: *Safety and Design Aspects of Powered Toothbrush—A Narrative Review*. Clarence Ng, James Kit Hon Tsoi, Edward C. M. Lo, Jukka P. Matinlinna. 1, 2020, *Dentistry Journal*, Zv. 8. 2304-6767

Hlava kartáčku je komponent, který představuje rozdíl mezi ostatními typy elektrických zubních kartáčků. Skládá se ze dvou částí: kruhové destičky hlavice (č. 6 na obrázku 24) a těla, nazývaného trubice (č. 5 na obrázku 24). V trubici hlavice kartáčku se nachází druhá spojovací tyčka (č. 4 na obrázku 24), která je spojena s první spojovací tyčkou nacházející se v rukojeti. Když je spojovací součástka vložena a připojena k hnacímu konci blokové rukojeti elektrického zubního kartáčku, hnací osa, může pak motivovat štětiny, aby se střídavě otáčely doprava a doleva. (42)

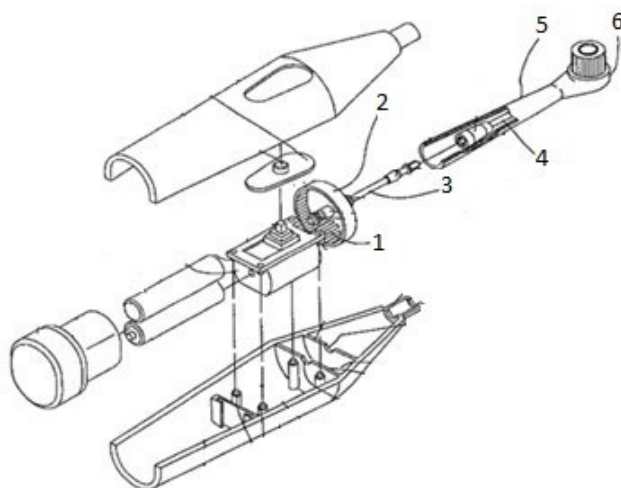
Obrázek 24: Hlavice oscilačně-rotačního kartáčku, druhá spojovací tyč (4), trubice/tělo hlavice (5), kruhová destička hlavice (6)



Zdroj: *Safety and Design Aspects of Powered Toothbrush—A Narrative Review*. Clarence Ng, James Kit Hon Tsoi, Edward C. M. Lo, Jukka P. Matinlinna. 1, 2020, *Dentistry Journal*, Zv. 8. 2304-6767

Shrneme-li celý proces, mechanismus rotačně-oscilačního pohybu zubního kartáčku je skutečně jednoduchý a přímočarý. Po zapnutí spínače se rotační síla elektromotoru přenesse na vnitřní ozubené kolo (č. 1 obr. 25), poté na vnější ozubené kolo (č. 2 obr. 25) a nakonec na první spojovací tyč (č. 3 obr. 25). Vzhledem k tomu, že hlavy převodů obou spojovacích tyčí jsou vzájemně propojeny, dochází také k otáčení druhé tyče (č. 4 obr. 25). V důsledku toho druhá spojovací tyč pohání kruhovou desku (č. 6 obr. 25) na hlavici zubního kartáčku, která se otáčí doleva a doprava, čímž vzniká oscilačně-rotační pohyb. (42)

Obrázek 25: Nákres oscilačně-rotačního kartáčku, vnitřní ozubené kolo (1), vnější ozubené kolo (2), první spojovací tyč (3), druhá spojovací tyč (4), tělo hlavice (5), kruhová deska (6)



Zdroj: *Safety and Design Aspects of Powered Toothbrush—A Narrative Review*. Clarence Ng, James Kit Hon Tsoi, Edward C. M. Lo, Jukka P. Matinlinna. 1, 2020, Dentistry Journal, Zv. 8. 2304-6767

1.6.3. iO technologie

Nová generace zubních kartáčků Oral-B iO nabízí pokročilou technologii pro účinnější, šetrnější a pohodlnější odstraňování zubního plaku. Patentovaná technologie využívá lineární magnetický pohyb, což znamená, že pohyb hlavice kartáčku je generován magnetickým polem. Tento typ kartáčku vykoná až 48 800 pohybů za minutu. (58)

Obrázek 26: Zubní kartáček s iO technologií (Oral – B)



Zdroj: *Introducing the Oral-B iO electric toothbrush: next generation oscillating-rotating technology.*
Adam, Ralf. 2020, International Dental Journal. 0020-6539

V rukojeti je umístěn motor, který generuje magnetické pole směřující k hlavici kartáčku. Tento motor je klíčovým prvkem, který pohání kartáčovou hlavu. V kartáčové hlavě je další magnet, který reaguje na magnetické pole generované motorem. Periodickou změnou magnetického pole se mění polarizace magnetu v hlavici. V důsledku změny polarity se magnety přitahují a následně odpuzují, čímž vzniká lineární magnetický pohyb. Tento pohyb se přenáší na kartáčovou hlavu, která vykonává oscilačně-otační pohyby s mikrovibracemi. Vzhledem k absenci mechanických součástí, kterou jsem popsal v předchozí podkapitole, je lineární magnetický pohyb tišší a plynulejší. (59), (60)

Hlavice této generace zubních kartáčků se nazývají Oral-B Ultimate Clean a zachovávají si původní kulatý tvar charakteristický pro tuto značku. K dispozici jsou vylepšení představující vyšší hustotu štětin a inovativní technologii "Tuft-in-Tuft" (obr. 27). Pod tímto názvem si lze představit svazek vláken, který se skládá ze dvou různých délek. Tenčí a delší vlákna jsou na hlavici umístěna pod úhlem 16°, což je určeno pro maximální penetraci do

mezizubních prostor. Tato delší vlákna jsou umístěna ve vnitřní části celého svazku, kde na okrajích najdeme kratší podpůrná vlákna, určená k čištění zbytku povrchu zubu. Kromě toho jsou svazky mírně nakloněny tak, aby co nejvíce korespondovaly s povrchem zubu. Tato konstrukční vylepšení maximalizují pokrytí povrchu zubu a zajišťují účinnější čištění. (58)

Obrázek 27: Tuft-in-tuft technologie - pohled z dálky a zblízka



Zdroj: *Introducing the Oral-B iO electric toothbrush: next generation oscillating-rotating technology.*
Adam, Ralf. 2020, International Dental Journal. 0020-6539

V zubních kartáčkách s technologií iO je zabudován inteligentní tlakový senzor, který uživatele nejen upozorní na příliš velký tlak, ale na rozdíl od jiných zubních kartáčků mu také dá vědět, když při čištění zubů vyvíjí příliš malý tlak. Při příliš velkém tlaku se navíc automaticky sníží rychlost kartáčku, který pak pracuje v režimu Sensitive. (61)

1.6.4. Použití oscilačno - rotačních kartáčků

Před samotným použitím zubního kartáčku si uživatel může vybrat jeden z režimů čištění. Poté se zubní kartáček zapne a hlavice se přiloží k zubu tak, aby vlákna korespondovala s linií dásní (obr. 28). Postupuje se zub po zubu a čistí se každá zubní ploška po dobu minimálně 2 sekund. (57)

Po každém použití je doporučeno zubní kartáček zbavit zbytků zubní pasty a slin. Jako první se doporučuje opláchnout hlavici kartáčku, která by

měla být zapnutá. Následně se hlavice oddělí od rukojeti a každá část se umyje zvlášť. Hlavice kartáčku se opláchne zvenku i zevnitř, kde se nechá voda několik sekund protékat. Nakonec se kartáček nechá odděleně uschnout. (57)

Obrázek 28: Použití oscilačně-rotačního kartáčku na modelu



Zdroj: Archiv autora

1.7. Ultrazvuková technologie

Ultrazvukové zubní kartáčky, jak už název napovídá, pracují na vyšší frekvenci než sonické zubní kartáčky. Frekvence se pohybuje od 20 kHz a výše, což znamená, že tento vyšší frekvenční rozsah je pro lidské ucho neslyšitelný. Ultrazvukové vlny jsou vytvářeny piezokeramikou. (43)

1.7.1. Historie

V roce 1880 objevili francouzští bratři Pierre a Paul - Jacques Currieové piezoelektrický jev. Uvědomili si, že tlak působící na křemen nebo krystal vytváří v daném materiálu elektrický náboj. Nevodivá piezoelektrická keramika nebo krystal se umístí mezi kovové desky, které uvolněný elektrický náboj zachytí, a tím vznikne piezoelektrina. K uvolnění elektrického náboje

dochází při stlačení a následné deformaci piezoelektrického materiálu. (43)
(62)

Na základě malformace krystalu vynalezl o rok později francouzský fyzik Gabriel Lippmann nepřímý piezoelektrický jev. Jedná se o přesně opačný jev, kdy se do piezoelektrického materiálu přivádí elektrický proud, čímž se materiál smršťuje nebo rozpíná. V důsledku toho vznikají zvukové (mechanické) vlny. Jedná se tedy o přeměnu elektrické energie na mechanickou. (43), (62)

První praktické použití piezoelektrického krystalu v ultrazvukových měničích realizoval Langevin v roce 1915. Později v 50. letech 20. století byl křemenný krystal nahrazen piezokeramikou. (43)

1.7.2. Ultrazvuk

Procesy ultrazvuku jsou definovány generováním zvukových vln na frekvencích, které jsou nad prahem slyšitelnosti pro člověka (nad 20 kHz). Nejběžnější využití ultrazvuku je v ultrazvukových čističkách, kde se generované ultrazvukové vlny přenášejí do tekutiny na frekvenci 20 - 40 kHz. (43)

Kavitační efekt je považován za jeden z hlavních fyzikálních procesů uplatňovaných při ultrazvukovém čištění. Jedná se o tvorbu plynových bublin, které rostou a následně implodují a zanikají. Tento proces způsobuje změny na čištěném povrchu. (43)

1.7.3. Ultrazvukový zubní kartáček

První ultrazvukový zubní kartáček vynalezl Robert T. Bock v roce 1992. Od té doby se základní technologie výrazně nezměnila. Princip činnosti spočívá v nepřímém piezoelektrickém efektu. Tento efekt přeměňuje elektrickou energii na mechanickou, působením pulzního elektrického pole na piezokeramiku, která se deformuje a generuje ultrazvukové vlny. Tento mechanismus umožňuje šíření ultrazvukových vln do zubního plaku. Bock popsal možné způsoby odstranění zubního plaku z povrchu zubu. (43)

První metoda využívala jako prostředek přenosu energie tekutinu, přičemž ultrazvukový měnič byl umístěn ve středu ústní dutiny. Tento způsob

odstraňování plaku však byl nepraktický a riskantní kvůli vysokým hladinám energie a nekontrolovatelné vzdálenosti mezi ultrazvukovým měničem a zuby. (63) Tuto metodu lze přirovnat k ultrazvukovému čističi, kde by měl být měnič zcela ponořen do kapaliny. (43)

Druhá metoda odstraňování plaku z povrchu zubů je v dnešní době poměrně rozšířenou metodou, kdy se ultrazvuková energie využívá k vytváření vibrací na hlavici zubního kartáčku. (43) Nevýhodou tohoto mechanismu je, že během vibrací zubního kartáčku se ultrazvuková energie spotřebovává a nemusí se dostat k zubům, kde má působit. (63)

Dnes používané ultrazvukové zubní kartáčky, mají piezokeramický měnič zabudovaný v hlavici kartáčku. Tyto snímače pracují na základě nepřímého piezoelektrického jevu, jak jsem uvedla výše, a generují ultrazvukové vlny o frekvenci 1,6 MHz. Tato frekvence představuje mnohonásobně vyšší počet akustických vln ve srovnání se sonickými zubními kartáčky, hovoříme přibližně o 96 000 000 pulzací za minutu. (64), (65)

Ultrazvukové vlny se šíří různou rychlostí v závislosti na prostředí. V kapalinách se šíří rychleji než v plynném prostředí a v pevných látkách dosahuje nejvyšších hodnot. Prostředím pro přenos této vlny je při čištění zubů směs vody, slin, zubní pasty a vzduchových bublin. Vlna prochází několika rozhraními mezi kapalinou a vzduchem, což vede ke snížení intenzity ve srovnání s ultrazvukovým čističem, kde vlna prochází homogenním kapalným prostředím. (43)

Při použití tohoto kartáčku dochází k hydrodynamickému efektu, který spočívá v proudění tekutiny a kavitaci. Toto turbulentní proudění kapaliny je většinou způsobeno štětinami pohybujícími se při vysoké frekvenci. Samotné akustické vlny bez vibrací vláken vytvářejí nárazové vlny, které se dostávají do kontaktu s povrchem zubu. Kavítace, tedy náhlý vznik a zánik vzduchových bublin v kapalině, vzniká při vyšších intenzitách a nižších frekvencích. (43) Z hydrodynamiky víme, že ke změně skupenství kapaliny dojde změnou její teploty nebo tlaku. Při kavitaci dochází k jevu, kdy statický tlak kapaliny v určitých místech (v tomto případě v důsledku průchodu ultrazvukových vln) klesá na hodnoty tlaku kapaliny, při které dochází k jejímu vypařování. Takto

vzniklé bubliny po návratu do míst s vyšším statickým tlakem implodují, zhroutí se a vytvoří sací efekt, který naruší bakteriální řetězce v nános. (43), (65)

Kromě hydrodynamického účinku mohou ultrazvukové vlny rozkmitat vlákna kartáčku, a tím mechanicky odstranit plak. Značky MEGASONEX a Emmi-dent umožňují pacientovi volbu čištění zubů s vibrační vlákna nebo bez ní. Čištění bez pohybu vláken se doporučuje zejména pacientům s citlivými zuby, kteří vyžadují šetrný přístup k zubům a dásním. (43), (64), (65) Studie z roku 2016 s názvem „Účinnost nehybného ultrazvukového zubního kartáčku při redukci plaku a zánětu dásní u pacientů s fixními ortodontickými aparáty“ od autora Thayika Saruttichart a kolektivu dospěla k závěru, že zubní plošky s ortodontickými zámečky se lépe vyčistily pomocí manuálního zubního kartáčku. Naopak, zubní plošky bez zámečků se vyčistily stejně účinně jak pomocí manuálního, tak ultrazvukového zubního kartáčku. (66)

Kombinace ultrazvukové technologie s vibracemi vláken dosahuje optimálních výsledků při čištění zubů. Hydrodynamické účinky ultrazvukových vln na zubní plak jsou doplněny mechanickým působením vláken kartáčku. (43)

1.7.4. Popis kartáčku

Ultrazvukové zubní kartáčky se skládají z rukojeti, v níž je ukrytá dobíjecí baterie. Další důležitou součástí je hlavice, kterou lze snadno vyměnit díky otočnému uzávěru. V hlavici je integrován piezoelektrický měnič, který je připojen spojovacím vedením k elektrickému řídicímu modulu. (63)

Baterie dodává stejnosměrnou energii o nízkém napětí do elektrického řídicího modulu, kde se z ní stává stejnosměrný proud. Následně se tento proud prostřednictvím spojovacího vedení dostane do piezoelektrického měniče. Piezoelektrický krystal rezonuje, smršťuje se a rozpíná v souladu s frekvencí elektrického proudu dodávaného z elektronického řídicího modulu. Výsledkem je generování ultrazvukových vln z elektrické energie. (63)

Důležitá je také přiměřená délka vláken, aby byla zajištěna optimální vzdálenost ultrazvukového snímače od zubů. Tím se sníží ultrazvuková

energie na bezpečnou úroveň, která je vhodná pro každodenní použití, aniž by došlo k poškození zubů a přilehlých měkkých tkání. (63)

Protože ultrazvuk má frekvenci, kterou nejsme schopni slyšet, mají kartáčky zabudovaný ultrazvukový indikátor, který rozsvícením modrého nebo zeleného světla signalizuje, že zařízení vysílá ultrazvukové vlny o frekvenci 1,6 MHz. (63), (65)

Ultrazvukové zubní kartáčky značek MEGASONEX a emmi-DENT disponují dobíjecími bateriemi, které se nabíjejí pomocí stojánku. Zubní kartáčky by se měly nabíjet 24 hodin, přičemž jejich životnost se odhaduje přibližně na 2 týdny při používání zubního kartáčku 2krát denně po dobu tří minut. Kontrolka baterie signalizuje vybití baterie červeným světlem, při dostatečném nabití se změní na bílou. (64), (65)

Obrázek 29: Ultrazvukový zubní kartáček MEGASONEX



Zdroj: <https://www.profimed.cz/megasonex-ultrazvukovy-zubni-kartacek-p7521> [Online] (18.05.2024)

1.7.5. Použití kartáčku

Během samotného čištění si pacient může vybrat, zda chce čistit s vibracemi, nebo bez nich, pouze pomocí ultrazvuku. Studie však prokázaly,

že kombinace ultrazvukové a sonické technologie, tedy čištění zubů i za pomoci mechanického pohybu vláken, je v odstraňování plaku účinnější. Čištění je velmi jednoduché, pacient přiloží zubní kartáček k zubům, přičemž hlavice kartáčku pokryje 2 až 3 zuby najednou. Po 6 sekundách přejde na další zuby, na které ho upozorní haptické zařízení zabudované v těle kartáčku. Tímto způsobem projde všechny plošky zubů. (64), (65)

1.8. Ionizační technológia

Ionizační zubní kartáček funguje na základě polarizace, která se vyskytuje všude v přírodě. Vztahuje se k elektrickému náboji prvků, který může nabývat kladných nebo záporných hodnot. (67) Na základě opačné polarizace se ionty vzájemně přitahují, zatímco stejné náboje se odpuzují. (68)

1.8.1. Historie

Chemický princip iontové vazby je znám již po staletí, konkrétně od 18. století. Tento princip byl v průběhu let postupně rozvíjen až do dnešní podoby a to díky práci významných vědců. Každý vědec přispěl ke zdokonalení a rozvoji myšlenek svých předchůdců a postupně tak formuloval chápání iontové vazby, jak ji známe dnes. Jako první začal s elektrolýzou a elektronegativitou experimentovat anglický fyzik a chemik Michael Faraday, který ve 30. letech 19. století zavedl pojem iont. Následně v roce 1887 vynalezl významný švédský vědec Svant August Arrhenius elektrolytickou disociaci, při níž se iontová vazba molekuly kuchyňské soli NaCl ve vodě pod elektrickým proudem rozštěpila na kladný a záporný ion. Vzniklé sodíkové kationty a chloridové anionty jsou elektricky nabitě částice, a proto se pohybovaly směrem k opačně nabitým elektrodám. Tímto způsobem se uzavřel elektrický obvod a došlo k přenosu elektrického proudu. (68)

Používání iontových zařízení v ústní dutině není žádnou novinkou. V oblasti stomatologie se termíny jako iontoforéza, elektroforéza a elektrolýza uplatňují již mnoha let. Původním zaměřením ionizace bylo dosažení desenzibilizace zubů. (67)

Významným přínosem pro vznik koncepce iontových zubních kartáčků a dalších podobných zařízení byl nápad pana Harryho Pratta, původem z

Chicaga. Na konci 19. století vynalezl pomůcku, kterou dnes považujeme za předchůdce moderního iontového zubního kartáčku. V březnu 1889 získal patent na toto zařízení, které nazval "Elektromedicínský zubní kartáček". Ačkoli byl patent spojován se zařízeními podobnými zubním kartáčkům, Harry Pratt poznamenal, že základní mechanismus fungování a složení přístroje lze použít i pro jiné typy čistících zařízení pro domácnost. (68), (69)

V současné době se mezi nejrozšířenější značky ionizačních zubních kartáčků řadí Ionikiss a Mizuha. Značka Ionikiss dokonce nabízí kombinovaný sonický a ionizační zubní kartáček pod názvem IONPA HOME. Tento model se nabíjí pomocí USB stojánku. K dispozici je také verze IONPA TRAVEL, která funguje na běžné baterie AAA, které lze vyměnit. (70)

Mizuha je japonská značka, která rovněž využívá ionizační technologii v kombinaci s přírodními vlákny miswak. Tento výrobek se nazývá IONIC MISWAK. Kromě tohoto kartáčku nabízí také běžné kartáčky se speciálními vlákny, která mají v sobě zabudovaný černý oxid křemičitý. Díky tomu jsou vlákna negativně nabitá a generují záporné ionty. Tyto kartáčky se nazývají "Wakka", což v překladu z jazyka Ainu znamená "čistá voda". Cílem bylo naznačit, že lidé by si měli čistit zuby pouze čistou vodou bez použití zubní pasty. (70)

1.8.2. Ionizačné kartáčky

Tento typ zubního kartáčku je o něco větší než běžný manuální zubní kartáček. (71) Je složen z rukojeti a hlavic, které lze podle potřeby vyměnit. V rukojeti je umístěna utěsněná 3V lithiová baterie, která je připojena s titanovou tyčkou. Na povrchu, přibližně uprostřed rukojeti, najdeme tenkou kovovou destičku, která spouští ionizaci. (68)

Na konci rukojeti by se mělo nacházet tlačítko, které slouží k testování stavu baterie. Po stisknutí by se měla rozsvítit kontrolka. Pokud je opotřebovaná, kontrolka se nerozsvítí a je třeba vyměnit celou rukojeť kartáčku. Vzhledem k vodotěsnému uzávěru nelze vyměnit samotnou baterii. (67)

Obrázek 30: Ionizační zubní kartáček IONICKISS



Zdroj: https://www.ionickiss.cz/zubni-kartacek-ionickiss-original-bily-soft/?variantId=1903&gad_source=1&gclid=Cj0KCQjwltKxBhDMARIsAG8KnqXT7f0_4DeRln1sdHnBPFYazUEQpb82JCXoZ-vKKd1jtD94Dxcg7DAaAjmNEALw_wcB [Online] (18.05.2024)

1.8.3. Princip fungování

Iontové elektrické zubní kartáčky fungují na principu proudění iontů k povrchu zubu a změny polarit v ústní dutině, čímž čistí zuby i v nepřístupných oblastech. (71)

Jeho použití je velmi jednoduché, stačí přiložit navlhčený palec právě na kovové políčko rukojeti, aby se uzavřel elektrický obvod. Elektrický obvod se uzavírá ve směru rukojeť zubního kartáčku - ruka - tělo - zuby - sliny - hlava kartáčku. Pro lepší vodivost se doporučuje navlhčit palec, přičemž z 3V baterie je napětí na zubu 1,5 V. Při držení kovového pásku suchou rukou se napětí sníží téměř o polovinu na 0,8 V. (69) Hlavice kartáčku se po uzavření obvodu nabíjí záporně a rukojeť naopak kladně. (67)

Za normálních okolností má zub záporný náboj, totéž platí pro zubní plak. Už od základní školy víme, že protiklady se přitahují. V této situaci nám však onen protiklad v podobě kladného náboje chybí. Proto se mezi zubním plakem a zubem nacházejí kationty vápníku ze slin. Tyto vápenaté kationty tvoří můstky, které zprostředkovávají přilnutí bakterií k zubům. Samotný princip funguje následovně: z hlavice kartáčku se uvolňují záporně nabití ionty, které jsou slinami transportovány do oblasti můstků. Záporně nabitě

ionty způsobí oslabení můstku, přičemž dochází k rozštěpení elektronové vazby a odpuzování plaku od povrchu zubu. (67)

Některé studie vysvětlují mechanismus účinku jiným, jednodušším způsobem. Tyto studie považují plak za kladně nabitý, a to právě díky vápenatým kationtům, které jsou jeho součástí. Zub, jak jsme se již zmínili, má záporný náboj. Při zapnutí zubního kartáčku se polarita zubu změní ze záporné na kladnou, takže kladně nabitý zub odpuzuje kladně nabitý plak. (69)

Na trhu je ještě jeden typ zubního kartáčku, který funguje na podobném principu, jak jsme se o něm dosud zmínili. Při jeho používání je také nutné položit prst na kovovou destičku, pod kterou je 3V lithiová baterie. Při uzavření elektrického obvodu se uvolňují také ionty, které se slinami přesouvají k zubu. Rozdíl je v tom, že tyto uvolněné ionty jsou kladně nabité. To je způsobeno tím, že hlava kartáčku je kladně nabitá a rukojeť je záporně nabitá elektroda. Jinými slovy, je to přesně naopak, než jsme si dosud uváděli. Zubní plak má při pH 5,5 záporný náboj, a proto je přitahován ke kladně nabité hlavici kartáčku. Zatím existuje poměrně málo dlouhodobých studií, které by potvrzovaly předpoklad příznivého účinku tohoto zubního kartáčku. (35)

1.9. Elektrické mezizubní kartáčky

Na trhu se objevil nový elektrický mezizubní kartáček UBrush od společnosti HERBADENT. Tento zubní kartáček slouží k čištění mezizubních prostor jako klasický mezizubní kartáček, avšak má zdokonalení v podobě vibračních pohybů s frekvencí 167 vibrací za sekundu. (72), (73)

Elektrický mezizubní kartáček se skládá ze tří hlavních částí: rukojeti, adaptéru a samotného mezizubního kartáčku. Na trhu je k dispozici 7 různých velikostí mezizubních kartáčků určených pro UBrush, které mají cylindrické i kónické zastřížení vláken (obr. 31). (72), (73)

Obrázek 31: Startovací balení všech velikostí mezizubního kartáčku UBrush

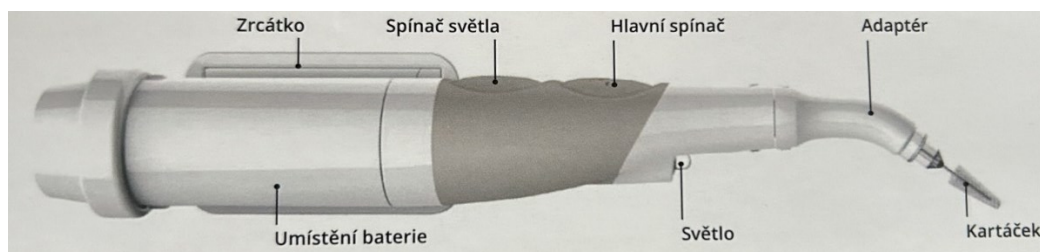


Zdroj: Archiv autora

Rukojeť je vyrobena z plastu, přičemž její střední část je pogumovaná. V této části nalezneme spínač vibrací, světla a samotné LED světýlko pro lepší kontrolu čištěného místa. (72), (73)

Adaptér má funkci uchycení mezizubního kartáčku, který je snadno vyměnitelný. V kompletní sadě je obsaženo také zrcátko pro vizuální kontrolu a stojánek pro elektrický zubní kartáček. (72), (73)

Obrázek 32: Popis elektrického mezizubního kartáčku UBrush



Zdroj: Archiv autora

Použití je velmi jednoduché, stačí nasadit správnou velikost mezizubního kartáčku na adaptér, který se následně připojí k rukojeti. Takto

připravený elektrický mezizubní kartáček se vloží do mezizubního prostoru a zapne se hlavním spínačem. V mezizubním prostoru je potřeba provádět vestibulo-orální pohyby alespoň dvakrát a stejný postup opakovat v každém mezizubním prostoru. Pro zachování delší životnosti zubního kartáčku se doporučuje zubní kartáček opláchnout osušit a rozložit na 3 základní části. (72), (73)

Obrázek 33: Balení elektrického mezizubního kartáčku UBrush



Zdroj: Archiv autora

2. Praktická část

2.1. Úvod

V praktické části této bakalářské práce se zabýváme elektrickým mezizubním kartáčkem UBrush, který je detailně popsán v předchozí kapitole. Mezizubní kartáčky se od sebe liší velikostí a tvarem pracovní části, což může ztížit orientaci mezi nimi. ISO norma *16409:2016 Oral care products - Manual interdental brushes* stanovuje parametry, které by měly všechny mezizubní kartáčky splňovat. (21)

Z tohoto důvodu jsme se zaměřily na testování konkrétního mezizubního kartáčku UBrush, abychom zjistily, zda splňuje stanovené parametry. První část testování proběhla in vitro. Poté jsme v reálném prostředí porovnávaly účinnost kartáčku UBrush s manuálním mezizubním kartáčkem Curaprox.

2.2. Teoretická východiska

Chceme-li zjistit, zda elektrické mezizubní kartáčky odpovídají ISO normě, je nezbytné si nejprve objasnit, co ISO norma znamená.

Pracovaly jsme s normou *ISO 16409:2016 Oral care products - Manual interdental brushes*. Zkratka ISO v plném názvu International Organization for Standardization se překládá jako Mezinárodní organizace pro standardizaci a představuje celosvětově uznávanou federaci národních norem. (21)

Tato norma je nová a nahrazuje předchozí vydání z roku 2006, ISO 16409:2006. Obsahuje dodatečné informace a vylepšení, jako například přidání další velikosti kartáčku 8 do tabulek velikostí, specifikace počtu testovaných vzorků a podrobný popis postupu měření průměru u kartáček s cylindrickým a kónickým tvarem. (21)

Cílem aktuální normy je prostřednictvím různých předem stanovených metod stanovit vhodné parametry mezizubního kartáčku a specifikovat pokyny pro jeho používání. (21)

V úvodních stranách této normy je vymezení klíčových pojmů, jako jsou mezizubní kartáčky, pracovní část mezizubního kartáčku, rukojeť a

vlákna. Pojmy jsme již definovali v teoretické části v kapitole o pomůckách domácí dentální hygieny. (21)

Mezi další pojmy, které je vhodné definovat, patří:

- Výdrž jádra, která měří sílu potřebnou k odstranění stopky z rukojeti mezizubního kartáčku.
- Jádro mezizubního kartáčku představuje jeho základní nosnou konstrukci, vyrobenou ze skrouceného drátu a slouží k upevnění vláken.
- Průměr průchozího otvoru je definován jako minimální průměr otvoru, kterým jádro mezizubního kartáčku prochází bez jakékoli deformace.
- Velikost mezizubního kartáčku je určena průměrem průchozího otvoru.
- Odolnost vláken znamená, že vlákna by neměla vypadávat během používání.
- Odolnost stopky musí být schopna odolat síle minimálně 15 N bez vyjmutí.
- Trvanlivost jádra znamená, že jádro by mělo vydržet opakované ohýbání po dobu 20 cyklů. (21)

Podle normy by mezizubní kartáček měl splňovat i další kritéria:

- mezizubní kartáček musí být bez vad a znečištění
- rozměry mezizubních kartáčků musí odpovídat tabulce 4:

Tabulka 4: Velikosti MZK dle průměru průchozího otvoru

Velikost MZK	Průměr otvoru [mm]
0	≤ 0,6
1	0,7 až 0,8
2	0,9 až 1,0
3	1,1 až 1,2
4	1,3 až 1,5
5	1,6 až 1,8
6	1,9 až 2,3
7	2,4 až 2,8
8	≥ 3,5

Zdroj: International organization for standardization. ISO 16409. *Dentistry — Oral care products — Manual interdental brushes*. [Online] 15. 10 2016.

Samotné testování mezizubních kartáčků má svá specifická pravidla:

- Pro každou velikost mezizubního kartáčku je nezbytné testovat osm vzorků. V případě, že jeden z nich nesplňuje stanovené požadavky, je nutné provést test u zbývajících sedmi.
- Všechny testy probíhají s použitím suchých mezizubních kartáčků při teplotě $(23 \pm 5) ^\circ\text{C}$.
- Vizuální kontrola se provádí za normálního zrakového ostří bez použití zvětšení.
- Mezizubní kartáčky musí být nepoužité a suché.
- Hlavním nástrojem pro určení průměru mezizubních kartáčků je měřicí deska s různými velikostmi průchodných otvorů. Více informací o desce a její výrobě je popsán v kapitole materiály a metodika. (21)

2.3. Cíl

V praktické části bakalářské práce se nacházejí dvě sekce:

1. První sekce se zaměřuje na výzkumnou oblast in vitro, která zahrnuje kalibraci a stanovení odolnosti mezizubních kartáčků na základě ISO normy. *Cílem je ověřit, zda zubní kartáčky UBrush splňují všechny parametry ISO normy.*
2. Druhá část se zaměřuje na testování elektrických zubních kartáčků in vivo. Cílem je porovnat účinnost elektrického mezizubního kartáčku UBrush s manuálním mezizubním kartáčkem.

2.4. Hypotézy a výzkumné otázky

V našem výzkumu jsme si stanovili následující hypotézy:

Hypotéza č. 1:

„Nepředpokládáme, že by opakované ohýbání jader mezizubních kartáčků UBrush vedlo k jejich poškození.“

Tato myšlenka vychází z výzkumu, který v roce 2004 provedl Masato HOTTA. Výzkum se zaměřil na odolnost jader při opakovaném namáhání ohybem u 2 typů zubních kartáčků. Zubní kartáčky ve tvaru L vykazovaly při zátěžových testech mnohem nižší odolnost než rovné mezizubní kartáčky.
(74)

Hypotéza č. 2:

„Předpokládáme, že i při krátkodobém pravidelném používání (do 1 měsíce) elektrického mezizubního kartáčku dojde ke snížení množství plaku o 11 % ve srovnání s manuálním zubním kartáčkem.“

Tento předpoklad vychází z přehledu studií autorů Munirah Yaacob a kol. z Cochrane Oral Health Group z roku 2014. Ti se zabývali účinností elektrických zubních kartáčků ve srovnání s manuálními zubními kartáčky.
(75)

Hypotéza č. 3:

„Očekáváme, že elektrický mezizubní kartáček zlepší stav dásní výraznějším způsobem než manuální mezizubní kartáček.“

Tato domněnka vychází z přehledu studií autorů z Cochrane Oral Health Group z roku 2014. Autoři dospěli k závěru, že elektrické mezizubní kartáčky zlepšují hodnoty gingiválního indexu o 6 % ve srovnání s manuálními kartáčky.“ (75)

Výzkumná otázka:

„Odpovídají mezizubní kartáčky UBrush ISO norme 16409:2016 Oral care products, ať už jde o rozměry jednotlivých kartáčků, odolnost vláken, nebo pevnost jádra?“ (21)

2.5. Materiály a metodika

2.5.1. In vitro výzkum

V této části výzkumu jsme pracovaly s výše uvedenou ISO normou 16409:2016 *Oral care products*, z níž jsme čerpaly postupy.

Měřicí deska (obr. 34), vytvořená z hliníku podle návrhu mé sestry Bc. Klaudie Ovadové, studentky z Fakulty architektury a designu na Slovenské technické univerzitě v Bratislavě, hrála klíčovou roli v procesu kalibrace mezizubních kartáčků. Návrh desky je k dispozici v přílohách.

Desku jsme vytvořily s pomocí mého bratra a otce podle navrženého plánu. Tato pomůcka se skládala ze tří částí: základny, spojovacích tyčí a nejpodstatnější části, samotné měřicí desky.

Základna byla připevněna ve svých rohových částech čtyřmi spojovacími tyčemi o délce 10 cm a průměru 15 mm, ke samotné měřicí desce. Obě části, jak základna, tak i měřicí deska měly stejnou velikost, přičemž délka činila 20 cm, šířka 10 cm a tloušťka odpovídala 3 mm. Na měřicí desce jsme vytvořily pomocí různě velkých vrtáků 30 průchozích otvorů, jejichž průměr postupně narůstal o hodnotu 0,1 mm. Velikosti otvorů se pohybovaly od 0,6 mm do 3,5 mm (obr. 35).

Obrázek 34: Hliníková měřicí deska



Zdroj: Archiv autora

Obrázek 35: Průchozí otvory na měřicí desce



Zdroj: Archiv autora

Deska byla využita jak ke správné kalibraci mezizubních kartáčků, tak i k testování trvanlivosti jádra a odolnosti vláken při průchodu otvory. Pro všechny testy byla využita identická deska.

Postup testu průchodnosti byl následující:

Krok č. 1:

Vybraly jsem vhodný průchodný otvor na měřicí desce, skrz který by pracovní část mezizubního kartáčku prošla bez problémů.

Krok č. 2:

Podle tvaru pracovní části jsme tento krok prováděly odlišně. Pokud se jednalo o *cylindrický kartáček*, vložily jsme jeho pracovní část relevantní silou do odpovídajícího otvoru, dokud celá pracovní část nepronikla otvorem.

U *kónických mezizubních kartáčků* jsme postupovaly jinak. Jednou možností bylo umístit celou pracovní část do průchozího otvoru podobně jako u cylindrických mezizubních kartáčků. Alternativním postupem k popisu zužování kartáčku bylo vložení menší části mezizubního kartáčku do otvoru tak, aby 1 mm jeho pracovní části vyčnívalo na druhé straně měřicí desky.

Následně jsme vytáhly pracovní část mezizubního kartáčku z měřicí desky a postup jsme zopakovaly u všech vzorků.

Krok č. 3:

V případě, že všech osm vzorků prošlo daným otvorem bez jakékoliv deformace, sada byla považována za procházející daným otvorem. V opačném případě byla sada považována za neprocházející daným otvorem.

Krok č. 4:

Průchozí sadu jsme znovu otestovaly stejným způsobem jako v kroku číslo 2, ale s otvorem o jednu velikost menší. Pokud byla sada naopak neprůchozí, opakovaly jsme krok č. 2 s větším otvorem.

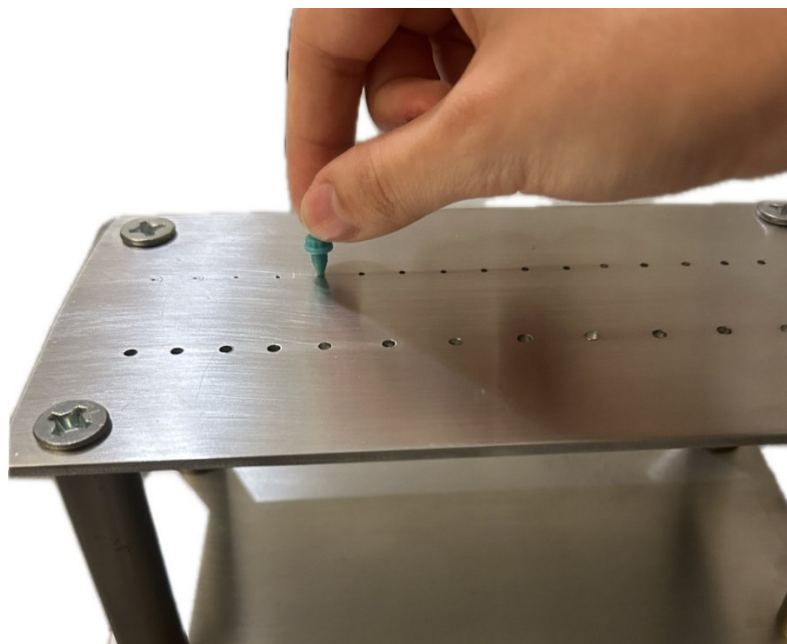
Krok č. 5:

Nakonec byl zaznamenán nejmenší možný průměr, kterým mezizubní kartáček prošel bez deformace. V případě kónických tvarů byly zaznamenány 2 velikosti průchozího průměru.

Cílem tohoto testu bylo stanovit správné velikosti mezizubních kartáčků značky UBrush, pomocí průchozího otvoru a porovnat je s údaji uvedenými na obalu. Správnost rozměrů průchozích otvorů na měřicí desce jsme

ověřily pomocí značky TePe Original, protože jejich velikosti odpovídají normě ISO.

Obrázek 36: Provádění testu průchodnosti



Zdroj: Archiv autora

Kromě určení správné velikosti mezizubních kartáčků jsme také testovaly odolnost jejich vláken (filament retention), což se provádělo v souladu se zmíněnou ISO normou následovně:

- Mezizubní kartáček se umístil do správně kalibrovaného otvoru na měřicí desce.
- Kartáček se zaváděl a vyjímal z tohoto otvoru lineárním pohybem celkem 80krát.
- V průběhu tohoto testu nesmělo dojít k vypadnutí žádného vlákna z kartáčku, aby splnil požadavek odolnosti vláken.

Provedly jsme i test trvanlivosti jádra, který jsme realizovaly modifikovaným způsobem, protože by bylo obtížné vyrobit přístroj pro tento účel:

- Kartáček se zavedl do správně velkého průchozího otvoru.
- Přímo za rukojeť kartáčku se umístil úhloměr.

- Střídavě se ohýbalo rukojetí z jedné strany na druhou přibližně o úhel 45 stupňů.
- Ohyb rukojeti se zopakoval 20krát.
- Pokud se kartáček zlomil před dosažením 20. ohnutí, nevyhověl tomuto testu.

Cílem těchto dvou testů bylo zjistit, jak jsou vlákna a jádro odolné při opakovaném používání kartáčku a kdy je vhodné kartáček vyměnit, aby čištění zůstalo účinné

2.5.2. In vivo výzkum

V této sekci jsme se zaměřily na výzkum, který porovnává účinnost elektrických mezizubních kartáčků značky UBrush s manuálními mezizubními kartáčky Curaprox. Pro značku Curaprox jsme se rozhodly kvůli kolorimetrické sondě, která umožňuje přesnou a objektivní kalibraci vhodného mezizubního kartáčku

Elektrický mezizubní kartáček UBrush je vybaven vibračními pohyby s frekvencí 167 vibrací za sekundu. Další výhodou je světlo a prodloužená rukojeť pro snazší manipulaci v dutině ústní. Více informací o elektrickém mezizubním kartáčku bylo uvedeno v teoretické části.

Všechna vyšetření probíhala v areálu Stomatologické kliniky 3. lékařské fakulty Univerzity Karlovy.

Výzkum probíhal formou tří návštěv, přičemž intervaly mezi jednotlivými návštěvami činily dva týdny. Během těchto čtrnácti dnů měli pacienti jednou denně používat vybraný mezizubní kartáček, ať už se jednalo o elektrický nebo manuální. Každá návštěva představovala další etapu sledování a vyhodnocování účinnosti používaných kartáčků.

Nyní se zaměříme na průběh jednotlivých návštěv:

Při první návštěvě byli pacienti podrobně informováni o průběhu výzkumu, jeho cílech a metodách. Byli také požádáni o vyplnění anamnestického dotazníku, který obsahoval informace o jejich zdravotním

stavu, včetně ústní hygieny. V rámci této návštěvy byl také získán jejich informovaný souhlas s účastí ve výzkumu. Kromě toho byli pacienti poučeni o významu fotodokumentace, která byla prováděna za účelem sledování a vizuálního hodnocení stavu ústního zdraví před a po použití testovaných mezizubních kartáčků.

Hned na úvod se všechny zubní plošky obarvily pomocí detektoru plaku (Curaprox Plaque Finder), což je trojfázový plakový indikátor. Pacient si poté vypláchnul dutinu ústní vodou, čímž barva zůstala pouze na místech s plakem. Tenhle počátečný stav se následně zdokumentoval fotoaparátem (NIKON D7100). Během fotodokumentace se pořizovaly snímky z různých úhlů za použití zrcátek a plastových rozvěračů.

Stav dásní byl hodnocen indexem PBI (Papila bleeding index) pomocí WHO sondy. Příslušné hodnoty míry krvácení byly zaznamenány do tabulky.

Následně byla hodnocena úroveň ústní hygieny zaměřená na mezizubní prostory pomocí indexu API. Zaváděním mezizubního kartáčku do mezizubního prostoru byly zaznamenány hodnoty s pozitivním nálezem plaku v daném mezizubí.

Posledním krokem návštěvy byla kalibrace správné velikosti mezizubních kartáčků s motivací a instruktáží pacienta. Kalibrace byla provedena u mezizubních kartáčků značky Curaprox pomocí kolorimetrické sondy a u značky UBrush pomocí startovacího balíčku.

Na závěr se domluvil datum další kontroly (za 14 dní). Během těchto dvou týdnů jedna skupina používala manuální mezizubní kartáčky, zatímco druhá skupina používala elektrické mezizubní kartáčky jednou denně.

Druhá návštěva již nezahrnovala administrativní úkony. Na úvod byla provedena detekce plaku, fotodokumentace a indexy stejným způsobem jako při předchozí návštěvě

Rozdíl spočíval v tom, že pokud byl na první návštěvě kalibrován manuální mezizubní kartáček (Curaprox), na další návštěvě byl kalibrován elektrický mezizubní kartáček (UBrush) a naopak.

Na konci se domluvila další návštěva za dva týdny.

Během třetí návštěvy byl pouze zhodnocen konečný stav v dutině ústní pomocí detekce plaku, fotodokumentace a zmíněných indexů. Nedošlo k žádné kalibraci mezizubních kartáčků.

2.6. Výzkumný soubor

Výzkumu se zúčastnilo celkem 16 respondentů (ženy N = 12, muži N = 4), studentů 3. lékařské fakulty Univerzity Karlovy. Věkové rozpětí našich respondentů bylo od 19 do 29 let (průměrný věk = 21.6, ženy M = 21.8, muži M = 21).

Účastníci byli rozděleni do dvou skupin na základě věku (průměrný věk v obou skupinách je srovnatelný), aby byla dosažena co největší objektivita výsledků. Následně byly důkladně seznámeni s průběhem celého výzkumu a s potřebou fotodokumentace, která byla prováděna výhradně za účelem vědeckého zkoumání.

První skupinu tvořilo 8 účastníků (ženy N = 7, muži N = 1), s průměrným věkem 21,5 let. Tato skupina začala výzkum s používáním manuálních mezizubních kartáčků od značky Curaprox. Po dvou týdnech pokračovala v používání elektrických mezizubních kartáčků UBrush, které také používala po dobu 14 dnů.

Druhá skupina zahrnovala 8 respondentů (ženy N = 5, muži N = 3), průměrný věk byl 21,7 let. Tato skupina začala výzkum s elektrickými mezizubními kartáčky UBrush a po uplynutí dvou týdnů přešla na používání manuálních mezizubních kartáčků značky Curaprox, které rovněž používala následující 2 týdny.

Obě skupiny byly pečlivě instruovány o správném používání jak manuálních, tak elektrických mezizubních kartáčků.

2.7. Výsledky

2.7.1. In vitro výzkum

Mezizubné kartáčky značky UBrush jsou dostupné v sedmi různých velikostech a jsou odlišeny barevně: modrá, žlutá, růžová, oranžová, zelená, bílá a šedá. Průměry jader uvedené výrobcem a odpovídající velikosti dle normy ISO jsou zaznamenány v tabulce č. 5.

Tabulka 5: Průměry jader uvedené výrobcem a odpovídající velikosti dle normy ISO

	Průměr jádra [mm]	ISO norma
Modrá	0,5	0
Žlutá	0,6	0
Růžová	0,7	1
Oranžová	0,8	1
Zelená	0,9	2
Bílá	1,0	2
Šedá	1,2	3

Zdroj: Vlastní zpracování

Po provedení testu průchodnosti jsme zjistily, že pouze 3 velikosti kartáčků (zelený, bílý a šedý) odpovídají údajům uvedeným na obalu.

Barvy růžová, oranžová, zelená, bílá a šedá mají kónický tvar vláken, proto jsme při tomto měření zaznamenaly 2 velikosti podle postupu uvedeného v kapitole Materiály a metodika.

Porovnání velikosti průměru jader uvedených na obalu se skutečnou velikostí, kterou jsme naměřily pomocí měřicí desky je zobrazeno v tabulce č. 6.

Tabulka 6: Porovnání velikosti průměru jader uvedených na obalu se skutečnou velikostí

	Průměr jádra na obalu [mm]	Průměr jádra ve skutečnosti [mm]
Modrá	0,5	0,7
Žlutá	0,6	0,8
Růžová	0,7	0,8 – 0,9
Oranžová	0,8	0,9 – 1,0
Zelená	0,9	0,9 – 1,0
Bílá	1,0	1,0 – 1,1
Šedá	1,2	1,1 – 1,2

Zdroj: Vlastní zpracování

Tabulka č. 6 naznačuje, že modrý a žlutý kartáček má ve skutečnosti větší průměr otvoru o 0,2 mm než uvádí výrobce.

Růžový kartáček s konickým tvarem pronikl do otvoru o průměru 0,8 mm pouze částečně, avšak do otvoru o průměru 0,9 mm pronikl celý bez deformace. Odhadujeme, že tento kartáček je o 0,1 až 0,2 mm větší než je uvedeno na obalu.

Oranžový kartáček, který je také konický, pronikl do otvoru o průměru 0,9 mm s určitým odporem, nicméně se tam celý vešel. Do otvoru o průměru 0,8 mm se vůbec nevešel, zatímco do otvoru o průměru 1,0 mm pronikl hladce bez deformace. Tento kartáček také považujeme o 0,1 až 0,2 mm větší než uvádí výrobce.

Zelený kartáček pronikl do otvoru o průměru 0,9 mm pouze částečně, zatímco do otvoru o průměru 1 mm pronikl celý. Tento kartáček se tedy shoduje s velikostí uvedenou na obalu.

Bílý kartáček pronikl do otvoru o průměru 1,0 mm pouze částečně, ale do otvoru o průměru 1,1 mm pronikl celý. Také tento kartáček považujeme za správně kalibrovaný.

Šedý kartáček pronikl do otvoru o průměru 1,1 mm pouze částečně, ale do otvoru o průměru 1,2 mm pronikl celý. Velikost tohoto šedého kartáčku je tedy správně uvedena na obalu.

Tabulka uvedená v části o materiálech a metodách nám umožnila převést původní velikosti uvedené na obalu na hodnoty dle normy ISO. Stejným postupem jsme zaznamenaly velikosti ISO skutečných hodnot, které jsme naměřily průchodem kartáčeků měřicí deskou. Srovnání původní velikosti ISO se skutečnou velikostí ISO je zaznamenáno v tabulce č. 7.

Tabulka 7: Srovnání původní velikosti ISO se skutečnou velikostí ISO

Kartáčky	Původní ISO	Skutečná ISO
Modrý	0	1
Žlutý	0	1
Růžový	1	1 – 2
Oranžový	1	2
Zelený	2	2
Bílý	2	2 – 3
Šedý	3	3

Zdroj: Vlastní zpracování

Z výsledků tabulky 7 vyplývá, že velikosti dle normy ISO se shodovaly pouze u dvou kartáčeků, a to u zeleného a šedého. U růžového a bílého kartáčku byly velikosti průchozího otvoru na hranici dvou velikostí dle normy ISO, přičemž jedna se shodovala s původní a druhá byla o jedno číslo větší. U tří kartáčeků (modrého, žlutého a oranžového) se velikosti dle normy ISO neshodovaly a byly ve skutečnosti o jednu velikost větší.

Výsledky testu odolnosti vláken:

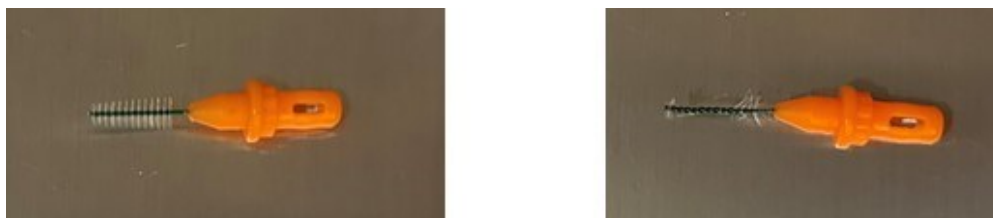
Během provádění tohoto testu, kterého postup je popsán v předchozí kapitole, jsme zjistily, že všechny kartáčky kromě jednoho splňovaly požadavky ISO normy (tab. 8). Oranžový kartáček, který jsme zaváděly do otvoru o průměru 0,9 mm, nesplnil test, protože po dokončení 80 cyklů byla vlákna v jeho střední části vypadnuta (obr. 37).

Tabulka 8 Výsledky testu odolnosti vláken

Kartáčky	Výsledek testu
Modrý	splnil
Žlutý	splnil
Růžový	splnil
Oranžový	nesplnil
Zelený	splnil
Bílý	splnil
Šedý	splnil

Zdroj: Vlastní zpracování

Obrázek 37: Oranžový kartáček před a po provedení testu odolnosti vláken



Zdroj: Archiv autora

Výsledky testu trvanlivosti jádra:

Během této zkoušky jsme zjistily, že všechny kartáčky mají odolné drátky a vydržely minimální počet (20) ohnutí jádra bez toho, aby došlo k jejich zlomení.

Tato zkouška však byla upravena (viz. Materiály a metodika) a neprobíhala přesně podle postupu popsaneho v ISO normě, protože by bylo velmi obtížné vyrobit zařízení pro tohle testování.

2.7.2. In vivo výzkum

V tabulce č. 9 je zobrazena první skupina účastníků, která začala výzkum s používáním manuálních mezizubních kartáčků (Curaprox) a následně přešla na použití elektrických mezizubních kartáčků (UBrush).

Tabulka 9: Výsledky hodnot PBI a API u první skupiny účastníků

<i>Pacient</i>	<i>1. návštěva</i>		<i>2. návštěva</i>		<i>3. návštěva</i>	
	PBI	API	PBI	API	PBI	API
1	13	18	5	13	3	9
2	38	28	21	23	18	20
3	64	28	32	25	30	20
4	10	20	4	20	4	17
5	41	28	22	24	15	18
6	28	20	6	13	9	10
7	27	23	15	17	17	18
8	28	25	19	17	9	14

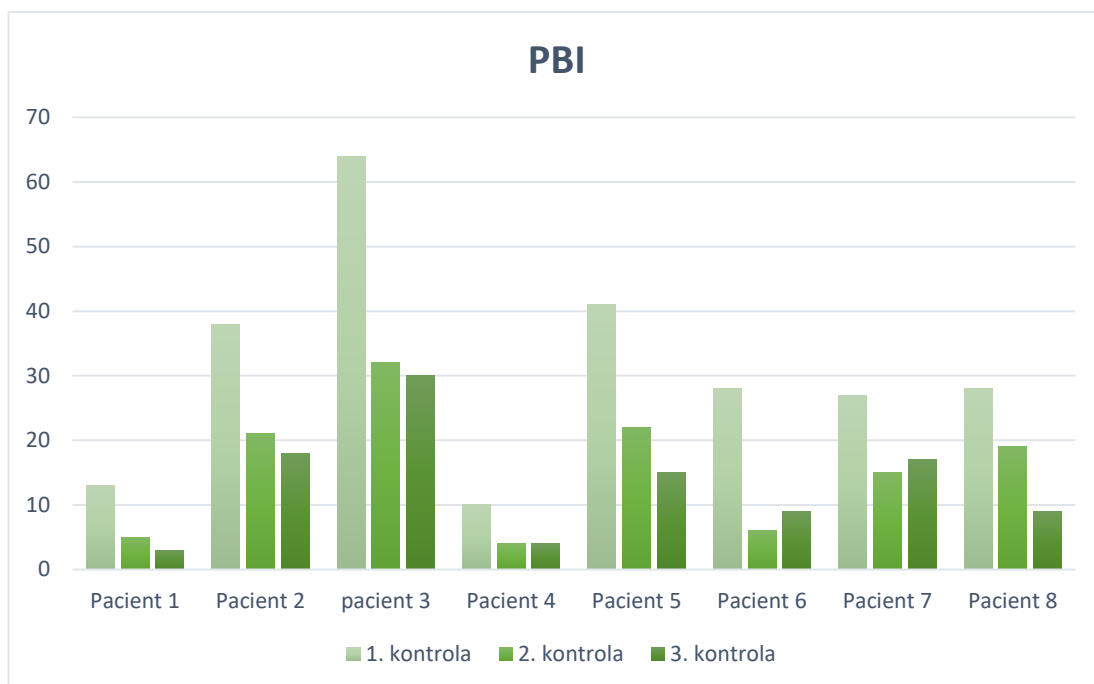
Zdroj: Vlastní zpracování

Na první návštěvě byly zaznamenány vyšší hodnoty PBI i API, protože 6 pacientů před výzkumem vůbec nečistilo mezizubní prostory.

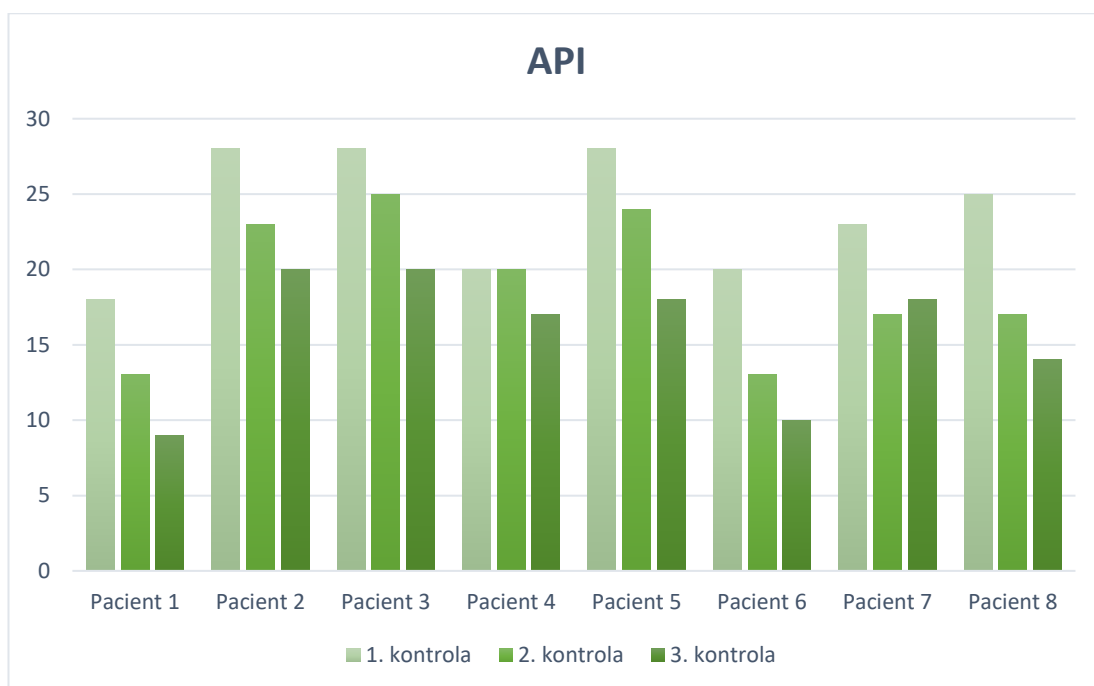
Na druhé návštěvě, po 2 týdnech používání manuálních mezizubních kartáčků, byly hodnoty PBI výrazně nižší. Hodnoty API se snížily u 7 pacientů a u jednoho pacienta zůstaly nezměněny.

Po přechodu na elektrické mezizubní kartáčky (3. návštěva) se hodnoty již tak výrazně nesnížily. Hodnoty PBI se dokonce u 2 účastníků zhoršily a u jednoho zůstaly beze změny. Hodnoty API se zhoršily pouze u jednoho respondenta a u ostatních se zlepšily.

Pro lepší přehled je k dispozici i grafické znázornění vývoje hodnot PBI a API u první skupiny respondentů. (graf 1, 2)



Graf 1: Změny v hodnotách PBI u 1. skupiny respondentů během výzkumu
Zdroj: Vlastní zpracování



Graf 2: Změny v hodnotách API u 1. skupiny respondentů během výzkumu
Zdroj: Vlastní zpracování

Tabulka č. 10 zobrazuje procentuální zlepšení hodnot PBI a API mezi první a druhou návštěvou (po použití manuálního mezizubního kartáčku) a mezi druhou a třetí návštěvou (po použití UBrush).

Tabulka 10: Procentuální zlepšení hodnot PBI a API mezi jednotlivými návštěvami u 1. skupiny respondentů

<i>Pacient</i>	<i>Manuální kartáček</i>		<i>Elektrický kartáček</i>	
	PBI	API	PBI	API
1	62%	28%	15%	22%
2	45%	18%	8%	11%
3	50%	11%	3%	18%
4	60%	0%	0%	15%
5	46%	14%	17%	21%
6	79%	35%	-11%	15%
7	44%	26%	-7%	-4%
8	32%	32%	36%	12%
Priemer	52%	20%	8%	14%

Zdroj: Vlastní zpracování

Výzkum ukázal, že průměrně se hodnoty PBI po používání manuálních mezizubních kartáčků snížily o 52 % a hodnoty API sa zlepšili o 20%. Po používání elektrického mezizubního kartáčku došlo v průměru ke zlepšení hodnot PBI o 8 % a API o 14%

Tabulka č. 11 ukazuje hodnoty PBI a API u druhé skupiny dobrovolníků, která ve výzkumu začala s používáním elektrického mezizubního kartáčku a po dvou týdnech přešla na manuální mezizubní kartáček.

Tabulka 11: Výsledky hodnot PBI a API u druhé skupiny účastníků

<i>Pacient</i>	<i>1. návštěva</i>		<i>2. návštěva</i>		<i>3.kontrola</i>	
	PBI	API	PBI	API	PBI	API
9	42	28	26	22	26	21
10	30	28	20	27	17	28
11	40	28	18	20	18	20
12	36	25	21	26	18	26
13	17	15	8	10	6	14
14	27	25	14	20	20	19
15	15	15	8	12	8	12
16	10	9	4	7	4	6

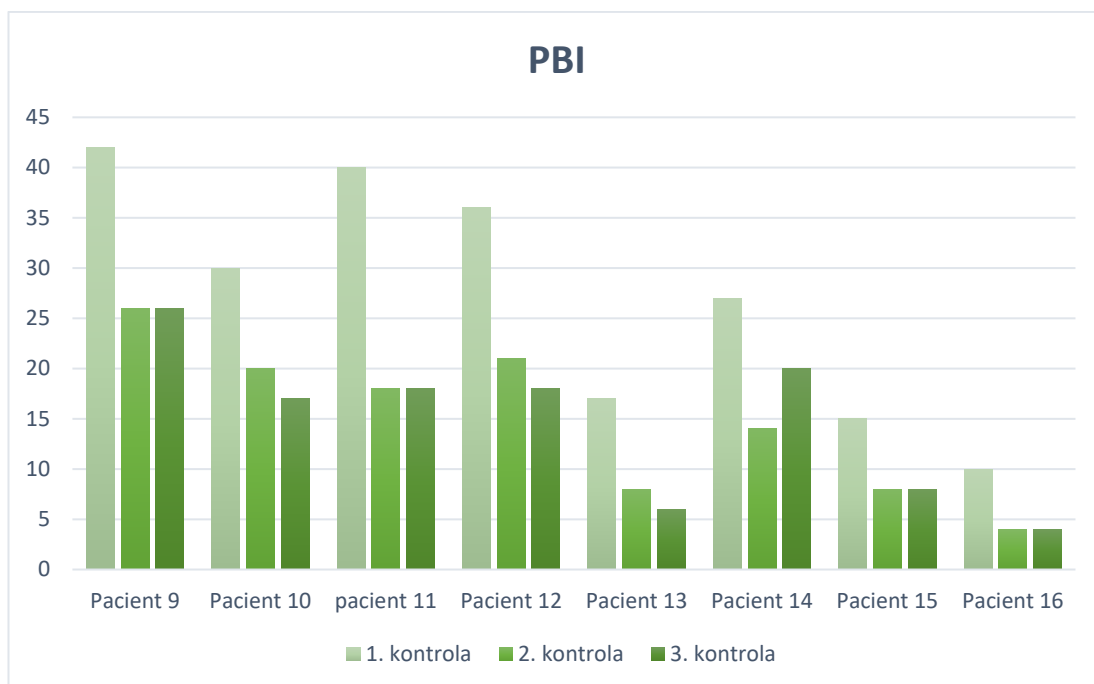
Zdroj: Vlastní zpracování

Na první návštěvě byly zaznamenány vyšší hodnoty PBI i API, protože pouze 3 respondenti před výzkumem používali mezizubní pomůcky.

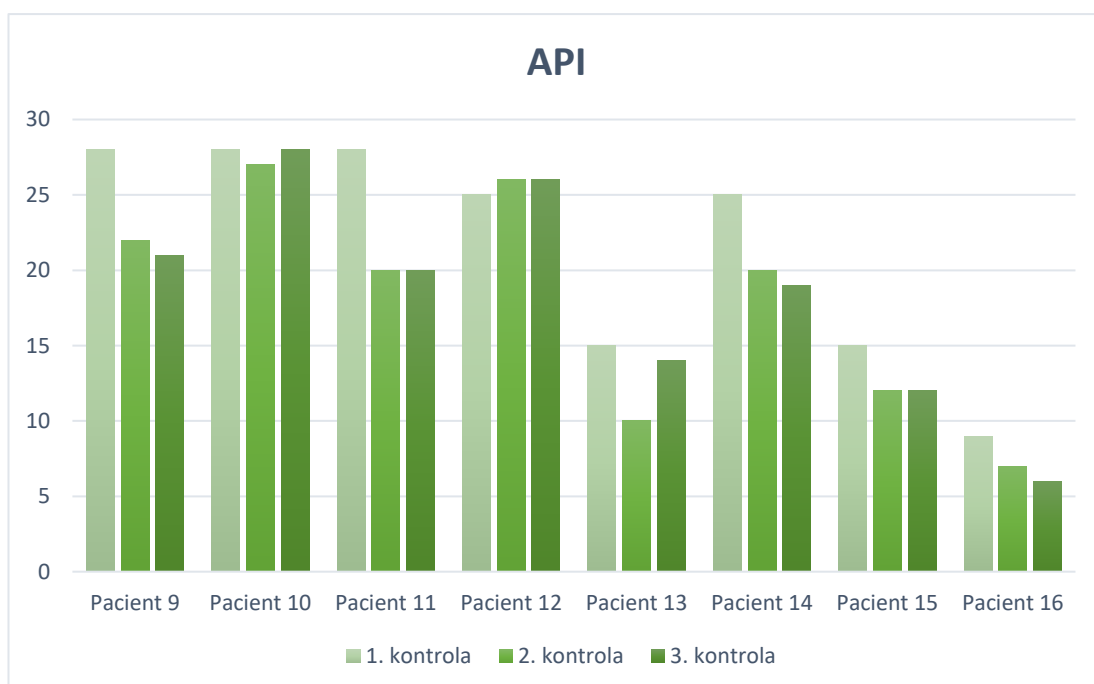
Po použití elektrického mezizubního kartáčku (2. návštěva) došlo k výraznému snížení hodnot PBI. Hodnoty API se zlepšily u všech respondentů s výjimkou jednoho, jehož stav se zhoršil.

Po přechodu na manuální kartáčky došlo k zlepšení hodnot PBI pouze u 3 pacientů, u 4 nedošlo ke změně a u 1 došlo dokonce ke zhoršení PBI. Co se týče API, rovněž pouze u 3 respondentů došlo ke zlepšení, u dalších 3 nedošlo ke žádné změně a u 2 došlo k zhoršení.

Pro lepší grafický přehled jsou k dispozici grafy č. 3 a č. 4.



Graf 3: Změny v hodnotách PBI u 2. skupiny respondentů během výzkumu
Zdroj: Vlastní zpracování



Graf 4: Změny v hodnotách API u 2. skupiny respondentů během výzkumu
Zdroj: Vlastní zpracování

Tabulka 12 ukazuje procentuální zlepšení hodnot PBI a API u druhé skupiny respondentů. Konkrétně mezi první a druhou návštěvou (po použití kartáčku UBrush) a mezi druhou a třetí návštěvou (po použití manuálních mezizubních kartáčků).

Tabulka 12: Procentuální zlepšení hodnot PBI a API mezi jednotlivými návštěvami u 2. skupiny respondentů

<i>Pacient</i>	<i>Elektrický kartáček</i>		<i>Manuální kartáček</i>	
	PBI	API	PBI	API
9	38%	21%	0%	4%
10	33%	4%	10%	-4%
11	55%	29%	0%	0%
12	42%	-4%	8%	0%
13	53%	33%	25%	-27%
14	48%	20%	-22%	4%
15	47%	20%	0%	0%
16	60%	22%	0%	11%
Priemer	47%	18%	3%	-1%

Zdroj: Vlastní zpracování

Ve výzkumu bylo zjištěno, že používání elektrických mezizubních kartáčků v průměru snížilo hodnoty PBI o 47 %. Po přechodu na manuální mezizubní kartáček bylo dosaženo průměrného zlepšení hodnot PBI o 3 %.

Pokud jde o index API, po používání elektrického mezizubního kartáčku došlo k zlepšení o 18 %, zatímco po používání manuálního kartáčku došlo ke zhoršení hodnot o 1 %.

Tabulka č. 13 znázorňuje procentuální zlepšení hodnot PBI i API u všech účastníků.

Tabulka 13: procentuální zlepšení hodnot PBI i API u všech účastníků

Pacient	<i>Manuální kartáček</i>		<i>Elektrický kartáček</i>	
	PBI	API	PBI	API
1	62 %	28 %	15 %	22 %
2	45 %	18 %	8 %	11 %
3	50 %	11 %	3 %	18 %
4	60 %	0 %	0 %	15 %
5	45 %	14 %	17 %	21 %
6	79 %	35 %	-11 %	15 %
7	44 %	26 %	-7 %	-4 %
8	32 %	32 %	36 %	12 %
9	0 %	4 %	38 %	21 %
10	10 %	-4 %	33 %	4 %
11	0 %	0 %	55 %	29 %
12	8 %	0 %	42 %	-4 %
13	25 %	-27 %	53 %	33 %
14	-22 %	4 %	48 %	20 %
15	0 %	0 %	47 %	20 %
16	0 %	11 %	60 %	22 %
Celkový priemer	27%	10 %	27 %	16 %

Zdroj: Vlastní zpracování

Po kombinaci výsledků z obou skupin respondentů, došlo v průměru ke zlepšení celkových hodnot PBI o 27 % jak u elektrických, tak u manuálních mezizubních kartáčků. Pokud jde o index API, elektrické mezizubní kartáčky UBrush dosáhly o 6 % lepšího výsledku ve srovnání s manuálními kartáčky.

2.8. Diskuze

Ve výzkumu in vitro jsme se zaměřily na výzkumnou otázku, zda mezizubní kartáčky UBrush splňují požadavky dle normy ISO 16409:2016 *Oral care products*, zejména co se týče jejich rozměrů, odolnosti vláken a trvanlivosti jádra.

Velikosti těchto kartáčků podle ISO normy odpovídají hodnotám od 1 do 3. Konkrétně modrý a žlutý kartáček splňují požadavky pro velikost 1, zatímco růžový kartáček odpovídá spíše rozmezí 1-2. Oranžový a zelený kartáčky jsou přiděleny velikosti 2, zatímco bílý vyhovuje velikosti 2-3 a šedý je ve velikosti 3. Pouze u tří z kartáčků jsme zaznamenaly shodu s uvedenými velikostmi na obalu balení, což naznačuje potenciální nesrovnalosti v označení velikostí a potřebu dalšího zkoumání či přesného měření.

V rámci této výzkumné otázky jsme se zaměřily i na testování odolnosti vláken mezizubních kartáčků značky UBrush v souladu s postupem definovaným ISO normou.

Výsledky testování ukázaly, že většina velikostí kartáčků splňovala požadavky ISO normy týkající se odolnosti vláken. Pouze u jedné velikosti kartáčku (oranžové barvy) došlo k vypadnutí vláken během testování. Ztráta vláken u jedné velikosti kartáčku může být způsobena výrobními procesy, které mohou ovlivnit odolnost kartáčku.

Důležitým zjištěním této studie je potvrzení, že většina mezizubních kartáčků značky UBrush vykazuje dostatečnou odolnost vláken, což je klíčovým faktorem pro účinné čištění mezizubních prostor. I když u jedné velikosti kartáčku byla zaznamenána ztráta vláken, stále zůstává většina kartáčků této značky spolehlivým nástrojem pro péči o zuby a dásně.

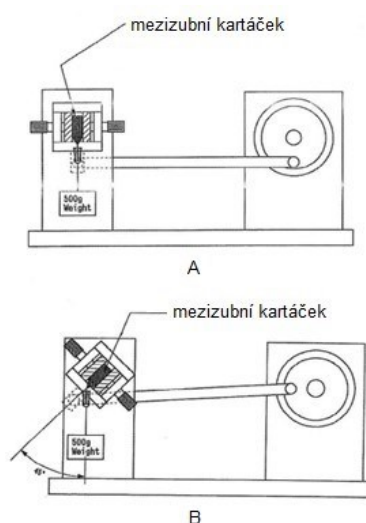
Následující hypotéza se zaměřuje na trvanlivost jádra a jeho soulad s ISO normou.

Hypotéza č. 1:

„Nepředpokládáme, že by opakované ohýbání jader mezizubních kartáčků UBrush vedlo k jejich poškození.“

Tato myšlenka byla formulována na základě studie japonského doktora Hotta a kol. z roku 2004. Studie se zaměřovala na testování odolnosti jádra mezizubních kartáčků, který byl proveden v souladu s ISO normou 16409:2016. Testování zahrnovalo použití přístroje s uchopovací jednotkou, ve které byla umístěna rukojeť mezizubního kartáčku, na které bylo připojeno závaží o hmotnosti 500 gramů (obr. 38). Mezizubní kartáček byl umístěn ve svislé rovině s jádrem směřujícím dolů. Během testu se jádrem mezizubního kartáčku pohybovalo ve směru doleva a doprava pod úhlem 45°. Frekvence rotace dosahovala 30 cyklů za minutu. Pro všechny mezizubní kartáčky byl zaznamenán počet rotačních cyklů, při kterých došlo k lomu. Výsledky naznačily, že mezizubní kartáčky tvaru L (určené do laterálních úseků) vykazovaly významně nižší odolnost proti lomu ve srovnání s mezizubními kartáčky rovného tvaru. (74)

Obrázek 38: Přístroj na testování trvanlivosti jádra, A – počáteční stav uchopení mezizubního kartáčku, B – ohnutí jádra mezizubního kartáčku o 45°



Zdroj: *Stem Durability Testing of Interdental Brush*. Masato Hotta, Shoichi Imade, Akira Sano, Hiroshi Nakajima, Kohji Yamamoto. Saitama : Meikai University, School of Dentistry, Department of Dental Materials Science, 2004

Na základě této studie, v které kartáčky s přímým tvarem vydržely bez zlomení až přibližně 1000 cyklů, jsme předpokládaly, že naše testované kartáčky UBrush, které mají také rovný tvar, vydrží 20 ohýbání, což postačuje pro úspěšné absolvování testu odolnosti jadra stanovené ISO normou.

V průběhu provedení testu na odolnost jader kartáčků jsme získaly poznatky o schopnosti jádra odolávat opakovaným zátěžovým situacím. Výsledky naznačují, že jádra kartáčků jsou obecně odolná a dokázala vydržet požadovaný počet ohnutí bez narušení integrity drátku. Tohle pozorování je důležité zejména z hlediska dlouhodobé trvanlivosti a funkčnosti kartáčků při běžném každodenním používání.

Jedním z důvodů, proč se jádra kartáčků ukázala jako odolná, může být kvalita materiálů použitých při výrobě, která umožňuje flexibilitu a pevnost současně.

Nicméně je třeba poznamenat, že test jsme prováděly v modifikované podobě, která nebyla zcela v souladu s ISO normou. Tato modifikace mohla ovlivnit výsledky testu a případné zkreslení odolnosti jader. Z tohoto důvodu není možné jednoznačně tuto hypotézu potvrdit. Pro dosažení přesnějších výsledků by bylo vhodné provést test podle standardního postupu definovaného v ISO normě 16409:2016 - *Oral care products*.

Následující hypotézy byly zaměřené na výzkumnou část in vivo.

Hypotéza č. 2:

„Předpokládáme, že i při krátkodobém pravidelném používání (do 1 měsíce) elektrického mezizubního kartáčku dojde ke snížení množství plaku o 11 % ve srovnání s manuálním zubním kartáčkem.“

Hypotéza č. 3:

„Očekáváme, že elektrický mezizubní kartáček zlepší stav dásní výraznějším způsobem než manuální mezizubní kartáček.“

Obě hypotézy vycházejí z metaanalýzy 56 studií z let 1964-2011, které porovnávaly účinnost elektrických zubních kartáčků s manuálními zubními kartáčky. Tuto metaanalýzu vypracovali Munirah Yaacob a kol. Do analýzy

byly zahrnuty pouze studie s dobou trvání alespoň 28 dní. Během ní byly do porovnání s manuálními zubními kartáčky zahrnuty různé typy elektrických zubních kartáčků, jako jsou rotační, oscilační, sonické, protioscilační, iontové, ultrazvukové a další.

Výsledky metaanalýzy ukázaly, že elektrické zubní kartáčky vedly k významnému zlepšení zánětu dásní o 6 % a snížení plaku o 11 % ve srovnání s manuálními zubními kartáčky při krátkodobém používání.

Tyto poznatky jsme aplikovaly na mezizubní prostory a použily speciální indexy, které hodnotí stupeň zánětu dásní a množství plaku v interdentálních prostorech.

Výsledky naší bakalářské práce ukazují, že elektrické zubní kartáčky UBrush vykazovaly o 6 % lepší výsledky než manuální zubní kartáčky, pokud jde o index API. Tento index hodnotí množství plaku v mezizubních prostorech.

Lze říci, že elektrické mezizubní kartáčky jsou při odstraňování plaku účinnější. Je však třeba mít na paměti možnost zkreslení výsledků způsobené rozdílnou dobou, kdy bylo vyšetření prováděno. Někteří účastníci byli vyšetřeni ráno, zatímco jiní odpoledne, což mohlo ovlivnit množství plaku v mezizubních prostorech, zejména pokud někteří účastníci před vyšetřením konzumovali jídlo.

Proto není možné potvrdit hypotézu č. 2.

Tato informace naznačuje potřebu dalšího výzkumu, při kterém by se vyšetření provádělo ve stejnou dobu u všech pacientů.

V průběhu našeho výzkumu se zkoumaly hodnoty indexu PBI u elektrických mezizubních kartáčků (UBrush) a manuálních mezizubních kartáčků (Curaprox). Na základě stanovené hypotézy jsme očekávaly, že elektrické kartáčky výrazněji sníží míru zánětu než kartáčky manuální. Nicméně u některých jednotlivců bylo pozorováno zhoršení stavu, které bylo pravděpodobně způsobeno nepravidelným používáním těchto pomůcek. Celkové výsledky však ukázaly, že oba typy kartáčků dosáhly v průměru stejné míry zlepšení hodnoty PBI, a to o 27 %. To naznačuje, že oba typy

kartáčeků mají srovnatelnou účinnost při řešení problému zánětu dásní i přes rozdíly v technologiích, které jednotlivé typy kartáčeků nabízejí.

Stanovenou hypotézu není možné potvrdit.

Tahle studie naznačuje, že jak elektrické, tak i manuální kartáčky mohou být stejně účinné při péči o dásně. Pro další zkoumání by bylo vhodné zvýšit počet účastníků a prodloužit dobu výzkumu. To by umožnilo získat komplexnější a spolehlivější údaje o účinnosti obou typů kartáčeků při péči o dásně. Tyto informace by pak mohly přispět k lepšímu porozumění tomu, který typ kartáčku poskytuje více benefitů.

Závěr

Cílem bakalářské práce bylo shrnout komplexní poznatky o elektrických zubních kartáčkách a o jejich účinnosti při domácí dentální hygieně.

Teoretická část poskytla hlubší pohled do problematiky zubního plaku a jeho vlivu na zdraví chrupu a dásní. Důraz byl kladen na nutnost pravidelné domácí péče o dutinu ústní s pomocí mechanického odstraňování zubního plaku z hlediska prevence PPP a zubního kazu. Mechanické odstraňování zubního plaku zahrnuje použití manuálních a elektrických pomůcek, které byly popsány v kapitolách teoretické části. Hlavním cílem bylo zaměřit se na elektrické zubní kartáčky a poskytnout podrobné informace o jednotlivých technologiích.

Praktická část byla zaměřena na elektrické mezizubní kartáčky značky UBrush. Výzkum byl rozdělen na dvě části, které byly prováděny in vitro a in vivo.

V rámci studie in vitro bylo cílem vyhodnotit, zda tyto mezizubní kartáčky splňují parametry stanovené v normě ISO 16409:2016 - *Oral care products*, ať už se to týká velikosti nebo mechanické odolnosti uvedeného mezizubního kartáčku.

Tato část studie ukázala, že pouze 3 velikosti odpovídají velikostem uvedeným na obalu. 7 velikostí kartáčků, které nabízí tato značka, odpovídá velikostem 1-3 podle normy ISO. Co se týče odolnosti vláken, pouze jeden kartáček neodpovídal normě ISO. Pokud jde o odolnost jádra, všechny kartáčky splňovaly stanovené parametry.

Ve výzkumu in vivo bylo cílem porovnat účinnost manuálních mezizubních kartáčků (Curaprox) s elektrickými mezizubními kartáčky (UBrush). Stav zánětu dásní a úroveň dentální hygieny v mezizubním prostoru byly hodnoceny pomocí indexů PBI a API.

U elektrických mezizubních kartáčků byla pozorována snížená přítomnost plaku v mezizubních prostorech, měřená pomocí indexu API, ve srovnání s manuálními mezizubními kartáčky. V hodnotách indexu PBI,

zaměřeného na zánět papil, nebyly zjištěny žádné rozdíly mezi elektrickými a manuálními mezizubními kartáčky.

V budoucím výzkumu by bylo zajímavé zapojit větší počet respondentů a zaměřit se na dlouhodobější pozorování této problematiky. Dalším případným doporučením by mohlo být nevyšetřovat pacienty po konzumaci jídla, kvůli možnému zkreslení indexu API.

Pokud jde o výzkum in vitro, bylo by vhodné ověřit trvanlivost jádra na originálním zařízení popsaném v normě ISO s 500 g zatížením jádra.

Doporučením do praxe by bylo vyrobit pouze jeden mezizubní kartáček od každé velikosti ISO, aby byly pokryty i větší mezizubní prostory. Současná sada složená ze 7 mezizubních kartáčků odpovídá 3 velikostem dle normy ISO, tzn. že každé 2 kartáčky svojími rozměry spadají do jedné velikosti ISO.

Souhrn

Úvod: Elektrické zubní kartáčky byly původně vyvinuty s cílem pomoci lidem se zdravotním postižením a těm, kteří mají omezenou manuální zručnost. S postupným zlepšováním životního standardu začaly tyto kartáčky používat i lidé bez zdravotních problémů. V důsledku neustálého pokroku ve světě se začaly vyrábět i elektrické mezizubní kartáčky.

Cíl: Cílem bakalářské práce bylo ověřit, zda mezizubní kartáčky UBrush splňují všechny parametry stanovené ISO normou, ať už jde o jejich velikost, odolnost vláken nebo trvanlivost jádra. Dalším cílem bylo porovnat účinnost zmíněných elektrických mezizubních kartáčků s manuálními mezizubními kartáčky z hlediska zánětu dásní a úrovně dentální hygieny.

Materiály a metodika: Praktická část byla rozdělena do dvou sekcí. V první části se pracovalo s měřicí deskou, vyrobenou na základe ISO normy 16409:2016 - *Oral care products*, díky které se ověřila správná kalibrace mezizubních kartáčků, odolnost vláken a trvanlivost jádra. Celý postup probíhal dle zmíněné ISO normy. Do druhé části výzkumu byli zapojeni participanti, studenti 3. LFUK. Celkový počet účastníků byl 16, kteří byli rozděleni do dvou skupin. Účastníci používali vybrané mezizubní kartáčky po dobu 14 dnů a poté se dostavili na kontrolní vyšetření. Celkem byly provedeny 3 kontrolní prohlídky, při kterých byly měřeny indexy PBI a API. Přítomnost zánětu dásní byla hodnocena pomocí PBI a přítomnost plaku v mezizubním prostoru byla hodnocena pomocí API.

Výsledky: Výzkum in vitro zjistil, že 6/7 velikostí elektrických mezizubních kartáčků má dostatečně odolná vlákna podle normy ISO. Všechny velikosti mezizubních kartáčků prošly testem odolnosti jádra. Velikosti mezizubních kartáčků odpovídají velikostem 1 až 3 podle normy ISO. Výzkum in vivo ukázal, že elektrické mezizubní kartáčky jsou z hlediska

zánětu dásní stejně účinné jako manuální mezizubní kartáčky. V hodnotách API dosahoval elektrický mezizubní kartáček lepších výsledků s rozdílem 6 %.

Závěr: Elektrické mezizubní kartáčky zlepšily stav zánětu dásní ve stejné míře jako manuální mezizubní kartáčky, a to bez ohledu na technologii jejich fungování. Z tohoto hlediska lze konstatovat, že při správné kalibraci a správné technice používání dochází ke zlepšení stavu dásní.

Summary

Introduction: Electric toothbrushes were originally devised to assist people with disabilities or with limited manual dexterity. With the gradual improvement of living standards, even people without health problems began to use these brushes. As a result of the continuous progress in the world, electric interdental brushes have also started to be produced.

Objective: The aim of the bachelor's thesis was to evaluate whether UBrush interdental brushes meet all the parameters set by the ISO standard in regards to their size, fiber resistance or core durability. Another goal was to compare the effectiveness of the aforementioned electric interdental brushes with manual interdental brushes in terms of gingivitis and the level of dental hygiene.

Materials and methodology: The practical part was divided into two sections. In the first part, it was worked with a measuring board, made according to ISO standard 16409:2016 - Oral care products. Measuring board helped to verify and evaluate the correct calibration of the interdental brushes, the resistance of the fibers and the durability of the core. The entire procedure was executed according to aforementioned ISO standard. Participants, students of the 3rd LFUK, were involved in the second part of the research. The total number of participants was 16, who were divided into two groups. The participants used the selected interdental brushes for 14 days and then appointed a follow-up examination. A total of 3 inspections were performed, during which the PBI and API indexes were measured. PBI was used to assess the presence of gingivitis and API for the presence of plaque in the interdental space.

Results: In vitro research observed that 6 of 7 sizes of electric interdental brushes have sufficiently durable fibers according to the ISO standard. All sizes of interdental brushes have passed the core durability

test. The sizes of the interdental brushes correspond to sizes 1 to 3 according to the ISO standard. In vivo research has shown that electric interdental brushes are as effective as manual interdental brushes in regards of gingivitis. Regarding API values, the electric interdental brush performed better manual with a 6 % difference.

Conclusion: Electric interdental brushes improved the condition of gingivitis to the same extent as manual interdental brushes, regardless of their technology. According this results, it can be stated that the condition of the gums improves with correct calibration and proper technique of use.

Seznam použité literatury

1. Jan Lindhe, Niklaus P. Lang, Thorkild Karring. *Clinical Periodontology and Implant Dentistry*. s.l. : Blackwell Publishing Ltd, 2008. 978-1-4051-6099-5 .
2. Botticelli, Antonella Tani. *Dentální hygiena : teorie a praxe*. s.l. : Quintessenz, 2002. 8090318118.
3. Limeback, Hardy. *Preventivní stomatologie*. s.l. : Grada, 2017. 9788027100941.
4. Šedý, Jiří. *Kompendium Stomatologie II*. s.l. : Triton, 2022. 9788076840065.
5. Eva Kovařová, Alica Müller, Tatiana Klamárová. *Orální hygiena IV*. s.l. : Akcent Print, 2012. 9788055505671.
6. Elmar Hellwig, Joachim Klimek, Thomas Attin. *Záchovná stomatologie a parodontologie*. s.l. : Grada, 2002. 8024703114.
7. Eva Kovařová, Alica Müller. *Orální hygiena VI*. s.l. : Akcent Print, 2015. 9788089295609.
8. Kilian, Jan. *Prevence ve stomatologii*. s.l. : Galén, Karolinum. 8072620223.
9. Seydlová, Michaela. *Pedostomatologie*. s.l. : Mladá fronta, 2015. 9788020437549.
10. Minčík, Jozef. *Kariologie*. s.l. : StomaTeam, 2014. 9788090437722.
11. Weber, Thomas. *Memorix zubního lékařství*. s.l. : Grada, 2012. 9788024735191.
12. Škach, Miroslav. *Základy parodontologie*. Praha : Avicenum, 1984.
13. Mutschelknauss, Ralf E. *Praktická parodontologie*. Praha : Quintessenz, 2002. 80-902118-8-7.
14. Imran Farooq, Amr Bugshan. The role of salivary contents and modern technologies. *Pubmed*. [Online] 15. Jun 2021. <https://doi.org/10.12688/f1000research.22499.3>. 32201577.
15. Hatfield, Spring. Pathogen Classifications: Where Dentistry Has Gone Since The "Complex Theory". *Today's RDH*. [Online] 25. August 2020. <https://www.todaysrdh.com/pathogen-classifications-where-dentistry-has-gone-since-the-complex-theory/>.
16. Stejskalová, Jitka. *Konzervační zubní lékařství*. s.l. : Galén, 2008. 9788072625406.

17. Mazánek, Jiří. *Stomatologie pro dentální hygienistky a zubní instrumentářky*. s.l. : Grada, 2015. 9788024748658.
18. *Powered versus manual toothbrushing for oral health*. Yaacob Munirah, Helen V. Worthington, Scott A. Deacon, Chris Deery, A Damien Walmsley, Peter G Robinson, Anne-Marie Glenny. 6, s.l. : The Cochrane Database of Systematic Reviews, 2014. 1469-493X.
19. Eickholz, Peter. *Parodontologie od A do Z*. s.l. : Quintessenz, 2014. 978-80-86979-10-6.
20. Profimed. s.r.o Profimed.eu. *GUM Flossbrush Automatic držiak nite, na 250 použití*. [Online] <https://www.profimed.eu/gum-flossbrush-automatic-drziak-nite-na-250-pouziti-p3749>.
21. International organization for standardization. ISO 16409. *Dentistry — Oral care products — Manual interdental brushes*. [Online] 15. 10 2016. <https://cdn.standards.iteh.ai/samples/65258/b3ccec702ed34d3bbffba/bbf8790bec/ISO-16409-2016.pdf?fbclid=IwAR36wSJaP1vsLHB6bb5ZRgpHsykRKihxEl3IPimGklBMeYbKY9NQfml4SYk>.
22. CURAPROX. *CPS mezizubní kartáčky | Právě dentální zdraví začíná v mezizubních prostorech*. [Online] <https://www.curaprox.cz/mezizubni/mezizubni-kartacky/>.
23. KOBOZ SERVICE s. r. o. Nazuby.eu. *Ako vybrať správnu medzizubnú kefku*. [Online] <https://www.nazuby.eu/prehľad-medzizubnych-kefiek>.
24. *A Colorimetric Interdental Probe as a Standard Method to Evaluate Interdental Efficiency of Interdental Brush*. D. Bourgeois, F. Carrouel, J.C. Llodra, M. Bravo, S. Viennot. 2015, The Open Dentistry Journal. 1874-2106.
25. Lékárna Dr. Max. *Mezizubní kartáčky – jak správně vybrat?* [Online] <https://www.drmax.cz/clanky/mezizubni-kartacky-jak-spravne-vybrat>.
26. HERBADENT. HERBADENT SHOP. *HERBADENT Bylinný mezizubní gel 25 g*. [Online] <https://shop.herbadent.cz/gely/bylinny-mezizubni-gel-25g/>.
27. TePe. *How to use interdental brushes*. [Online] <https://www.tepe.com/uk/tips--advice/everyday-oral-care/how-to-use-interdental-brushes/>.
28. Electric Teeth. *The history of the electric toothbrush*. [Online] <https://www.electriceeth.com/uk/the-history-of-the-electric-toothbrush/>.

29. *The evolution of a tooth brush: from antiquity to present- a mini-review.* Aditya Tadinada, Jessica Kilham, Pooja Bysani, Aadarsh Gopalakrishna. 2015, Journal of Dental Health, Oral Disorders & Therapy. 2373-4345.
30. Encyclopedia. Encyclopedia.com. *Toothbrush.* [Online] 2019. <https://www.encyclopedia.com/science-and-technology/technology/technology-terms-and-concepts/toothbrush>.
31. Dugoni, Arthur A. VIRTUAL DENTAL MUSEUM. *Different Strokes for Different Folks: A History of the Toothbrush* . [Online] 2024. <https://dentalmuseum.pacific.edu/different-strokes-different-folks-history-toothbrush/3/>.
32. *Role of Salvadora persica chewing stick (miswak): A natural toothbrush for holistic oral health.* Fayez Niazi, Mustafa Naseem, Zohaib Khurshid, Muhammad S. Zafar, Khalid Almas. 2016, European Journal of Dentistry. 1305-7456.
33. St. Lawrence Dentistry. stlawrencedentistry.com. *The Early History Of Electric Toothbrushes.* [Online] <https://www.stlawrencedentistry.com/blog/dental-technology/the-early-history-of-electric-toothbrushes/>.
34. Bellis, Mary. ThoughtCo. *A Comprehensive History of the Dental Profession and Dental Care.* [Online] 2018. <https://www.thoughtco.com/history-of-dentistry-and-dental-care-1991569>.
35. *Effectiveness of an electrically active brush in the removal of overnight plaque and treatment of gingivitis.* G. A. Van Der Weijden, M. F. Timmerman, M. Piscoer, I. Snoek, U. Van Der Velden, P. N. Galgut. 2002, Journal of Clinical Periodontology. 1600-051X.
36. Sam's West, Inc. Sam's club. <https://www.samsclub.com/>. [Online] [Datum: 2. May 2024.] <https://www.samsclub.com/p/interplak-oscill8-replacement-heads/prod26001757>.
37. Procter & Gamble. DentalCare. *Sonic Technology (Philips Sonicare and Others) Toothbrushes - Using an Evidence-based Approach to Making Patient Recommendations for Power Toothbrushes - Dentalcare.* [Online] <https://www.dentalcare.com/en-us/ce-courses/ce648/sonic-technology>.
38. Bissett, Gaby. Dentistry. *Sonicaring for 30 years.* [Online] 2022. <https://dentistry.co.uk/2022/11/24/sonicaring-for-30-years/>.

39. *The efficacy of powered toothbrushes: A systematic review and network meta-analysis.* Tim M. J. A. Thomassen, Fridus G. A. Van der Weijden, Dagmar E. Slot. 2022, International Journal of Dental Hygiene. 1601-5029.
40. *Powered toothbrush-a review.* Aparna Sussalan, Manjunath Puranik, K R Sowmya. 2018, ResearchGate.
41. *How effective is a powered toothbrush as compared to a manual toothbrush? A systematic review and meta-analysis of single brushing exercises.* Therese A. Elkerbout, Dagmar E. Slot, N. A. Martijn Rosema, G. A. Van der Weijden. 2020, International Journal of Dental Hygiene, Zv. 18. 1601-5029.
42. *Safety and Design Aspects of Powered Toothbrush—A Narrative Review.* Clarence Ng, James Kit Hon Tsoi, Edward C. M. Lo, Jukka P. Matinlinna. 1, 2020, Dentistry Journal, Zv. 8. 2304-6767.
43. *Dental Plaque Removal by Ultrasonic Toothbrushes.* Ilya Digel, Inna Kern, Eva Maria Geenen, Nuraly Akimbekov. 1, 2020, Dentistry Journal, Zv. 8. 2304-6767.
44. IONICKISS. Ionizačné zubné kefky IONICKISS. [Online] https://www.ionickiss.sk/?gclid=CjwKCAjwpJWoBhA8EiwAHZFzfVUQnPKaIIY0bQDvP3rMYXfEHBcbavlpDbl6ZJudxgkA688lcz8QTxoChjIQA vD_BwE.
45. *Abfraction: Etiopathogenesis, clinical aspect, and diagnostic-treatment modalities: A review.* Anand N Badavannavar, Sneha Ajari , Krishna U S Nayak , Shahnawaz Khijmatgar. s.l. : Indian Society for Dental Research, 2020.
46. *Atrice, abraze, koroze a abfrakce. Nový pohled na povrchové léze zubů.* M. Vambora, E. Gojišová. Praha : Stomatologická klinika 3. LF UK a FNKV, 2008.
47. Choi, Yo-Han. Canada Bay Dental . *Why Do Dentists Recommend Soft Toothbrushes?* [Online] 2015. <http://www.canadabaydental.com.au/blog/why-do-dentists-recommend-soft-toothbrushes>.
48. Philips sonicare. Philips_OHC_Productcatalogue_2021_CZ.pdf. *Příručka pro zubní lékaře.* [Online] 2021. https://www.philips.cz/content/dam/b2c/cs_CZ/experience/ohc/Professional_OHC/Philips_OHC_Productcatalogue_2021_CZ.pdf.
49. Miklos M. Breuer, Joseph A. Hanak. *NOVEL BRUSH FILAMENTS.* 4,802,255 United States, 1989.

50. Jon Love, Gemma Wheeler. Electric Teeth. *Sonic vs ultrasonic toothbrush comparison* -. [Online] <https://www.electriceeth.com/uk/sonic-vs-ultrasonic-electric-toothbrush-comparison-infographic/>.
51. Ceuca, Alin. Curaprox Hydrosonic. *Professor and co-creator of Hydrosonic pro, Dr. Ulrich P. Saxer, explains 3 golden rules when using a sonic toothbrush*. [Online] <https://curaproxhydrosonic.com/professor-and-co-creator-of-hydrosonic-pro-dr-ulrich-p-saxer-explains-3-golden-rules-when-using-a-sonic-toothbrush/>.
52. Curaprox Hydrosonic. *What's the Secret Behind the Hydrosonic Pro*. [Online] 2022. <https://curaproxhydrosonic.com/whats-the-secret-behind-the-hydrosonic-pro/>.
53. *Efficacy of the Sonicare toothbrush fluid dynamic action on removal of human supragingival plaque*. C M Stanford, R Srikantha, C D Wu. 1997, The Journal of Clinical Dentistry. 0895-8831.
54. CURAPROX. CURAPROX Shop Slovensko. *Hydrosonic PRO / Hydrosonická zubná kefka*. [Online] <https://curaprox.sk/shop/sonicke-kefky/hydrosonicka-kefka-hydrosonic-pro>.
55. CURAPROX Shop Slovensko. *Hydrosonic Easy / Sonická zubná kefka*. [Online] <https://curaprox.sk/shop/hydrosonicka-kefka-hydrosonic-easy>.
56. ORAL, P&G. power technical manual english. [Online] 2011. https://assets.ctfassets.net/nglyjmvpp62/4uN4NG1p928lJx6f2dqjmh/f46d87fea741e7c94f202c06d59c1fcb/power_technical_manual_english.pdf.
57. Procter & Gamble. OralB PROFESSIONAL. *Oral-B Oscillation Rotation: toothbrush technology like no other*. [Online] <https://www.oralbprofessional.co.uk/s/producthub-electrictoothbrushes>.
58. *Introducing the Oral-B iO electric toothbrush: next generation oscillating-rotating technology*. Adam, Ralf. 2020, International Dental Journal. 0020-6539.
59. Procter & Gamble. OralB. [Online] <https://oralb.com/>.
60. OralB . Oral-B iO™ – Research and Development. [Online] https://www.youtube.com/watch?v=zwpkgRCDuDw&ab_channel=Oral-BUK.
61. Procter & Gamble. Dentalcare. *Oscillating-Rotating (O-R) Technology (Oral-B) Toothbrushes - Using an Evidence-based Approach to Making*

- Patient Recommendations for Power Toothbrushes.* [Online] <https://www.dentalcare.com/en-us/ce-courses/ce648/oscillating-rotating-technology>.
62. Endeavor Business Media. Electronic Design. *What is the Piezoelectric Effect?* [Online] <https://www.electronicdesign.com/technologies/power/article/21801833/what-is-the-piezoelectric-effect>.
 63. Justia. Patents. *Patent for Ultrasonic toothbrush* . [Online] <https://patents.justia.com/patent/5138733>.
 64. MEGASONEX Official website. *The Ultrasound Toothbrush.* [Online] <https://megasonex.com/>.
 65. EMMI ULTRASONIC GMBH. emmiDENT. *Ultrasonic Toothbrushes.* [Online] <https://www.emmi-dent.com/>.
 66. *Effectiveness of a motionless ultrasonic toothbrush in reducing plaque and gingival inflammation in patients with fixed orthodontic appliances.* Thayika Saruttichart, Pintu-on Chantarawaratit, Chalernpol Leevailoj, Panida Thanyasrisung, Waranuch Pitiphat, Oranart Matangkasombut. 2017, The Angle Orthodontist. 0003-3219.
 67. *Ionic vs Manual Toothbrushes: Effect on Plaque and Oral Hygiene Status in Children.* Shivangi Chandra, Nalini Jain, Rishabh Garg, Preeti Dhawan, Avantika Tuli, Gyanendra Kumar. 2019, International Journal of Clinical Pediatric Dentistry. 0974-7052.
 68. Best Review Guide. *All you need to know about Ionic Toothbrushes.* [Online] 2021. <https://www.bestreviewguide.com/en/articles/health/electric-toothbrushes/all-you-need-to-know-about-ionic-toothbrushes/>.
 69. Ronald L. Van Swol, Donald E. Van Scotter, Jeffrey J. Pucher, Andrew R. Dentino. Ionickiss. *Clinical evaluation of an ionic toothbrush in a removal of established plaque and reduction of gingivitis.* [Online] 1996. <https://www.ionickiss.sk/user/documents/upload/clinical-study-2.pdf>.
 70. KAISHA, SHINYEI. Mizuha oralcare. [Online] <https://www.mizuha-oralcare.com/eng/>.
 71. *Comparison of sonic and ionic toothbrush in reduction in plaque and gingivitis.* Guljot Singh, D. S. Mehta, Shruti Chopra, Manish Khatri. 2011, Journal of Indian Society of Periodontology. 0972-124X.
 72. Herbai a.s. HERBADENT. *Elektrický mezizubní kartáček UBrush a mezizubní bylinný gel Herbadent.* [Online] <https://www.herbadent.cz/sortiment/ubrush/>.

73. HERBADENT. shop.herbadent.cz. *Elektrický mezizubní kartáček HERBADENT UBrush!* [Online] https://shop.herbadent.cz/mezizubni-pece/elektricky-mezizubni-kartacek-herbadent/?gad_source=1&gclid=CjwKCAiA8sauBhB3EiwAruTRJorfm4cgVQEtxi011hqOKk2uF4rQZ9RtDXcm_Tv_MsePEfTYhDroiRoCoQsQAvD_BwE.
74. *Stem Durability Testing of Interdental Brush*. Masato Hotta, Shoichi Imade, Akira Sano, Hiroshi Nakajima, Kohji Yamamoto. Saitama : Meikai University, School of Dentistry, Department of Dental Materials Science, 2004.
75. *Powered versus manual toothbrushing for oral health*. M. Yaacob, HV. Worthington, SA Deacon. s.l. : The Cochrane database of systematic reviews, 2014.

Seznam obrázku

Obrázek 1: Manuální kartáček – (A) hlavička, (B) stopka, (C) rukojeť	23
Obrázek 2: Sóló kartáček a jeho technika použití	25
Obrázek 3: Práce s nití - Technika cívky	27
Obrázek 4: Práce s nití - Technika smyčky	27
Obrázek 5: Superfloss	28
Obrázek 6: Mezizubní kartáček – (A) pracovní část, (B) rukojeť	28
Obrázek 7: Rigidní systém	29
Obrázek 8: „Click“ systém	29
Obrázek 9: Kolorimetrická sonda	31
Obrázek 10: Zvykací větvička	33
Obrázek 11: Zubní kartáček z bambusu a prasecích štětín	33
Obrázek 12: Addiho zubní kartáček	34
Obrázek 13: Syntetické vlákno pod mikroskopem	34
Obrázek 14: Přírodní štetiny pod mikroskopem	35
Obrázek 15: Broxodent	35
Obrázek 16: General Electric "automatický zubní kartáček"	36
Obrázek 17: Rotadent	37
Obrázek 18: Hlavice kartáčku Interplak s naznačením jeho pohybu	37
Obrázek 19 Phillips Sonicare DiamonClean Smart	45
Obrázek 20 Curaprox Hydrosonic Pro	46
Obrázek 21 Technika použití sonického kartáčku	49
Obrázek 22: Nákras oscilačně-rotacího zubního kartáčku, bloková rukojeť (1), hlavice kartáčku (2)	52
Obrázek 23: Převodový systém oscilačne-rotacího kartáčku, vnitřní ozubené kolo (1), vnější ozubené kolo (2), první spojovací tyč (3) ...	53
Obrázek 24: Hlavice oscilačne-rotacího kartáčku, druhá spojovací tyč (4), trubice/tělo hlavice (5), kruhová destička hlavice (6)	53
Obrázek 25: Nákras oscilačně-rotacího kartáčku, vnitřní ozubené kolo (1), vnější ozubené kolo (2), první spojovací tyč (3), druhá spojovací tyč (4), tělo hlavice (5), kruhová deska (6)	54

Obrázek 26: Zubní kartáček s iO technologií (Oral – B).....	55
Obrázek 27: Tuft-in-tuft technologie - pohled z dálky a zblízka.....	56
Obrázek 28: Použití oscilačně-rotačního kartáčku na modelu	57
Obrázek 29: Ultrazvukový zubní kartáček MEGASONEX.....	61
Obrázek 30: Ionizační zubní kartáček IONICKISS	64
Obrázek 31: Startovací balení všech velikostí mezizubního kartáčku UBrush.....	66
Obrázek 32: Popis elektrického mezizubního kartáčku UBrush.....	66
Obrázek 33: Balení elektrického mezizubního kartáčku UBrush.....	67
Obrázek 34: Hliníková měřicí deska	73
Obrázek 35: Průchozí otvory na měřicí desce	73
Obrázek 36: Provádění testu průchodnosti.....	75
Obrázek 37: Oranžový kartáček před a po provedení testu odolnosti vláken	82
Obrázek 38: Přístroj na testování trvanlivosti jádra, A – počáteční stav uchopení mezizubního kartáčku, B – ohnutí jádra mezizubního kartáčku o 45°	91

Seznam tabulek

Tabulka 1: Nejčastěji se vyskytující bakterie v dutině ústní	16
Tabulka 2: Bakteriální komplexy	20
Tabulka 3: Přehled různých typů kartáčů.....	39
Tabulka 4: Velikosti MZK dle průměru průchozího otvoru.....	70
Tabulka 5: Průměry jader uvedené výrobcem a odpovídající velikosti dle normy ISO.....	79
Tabulka 6: Porovnání velikosti průměru jader uvedených na obalu se skutečnou velikostí	80
Tabulka 7: Srovnání původní velikosti ISO se skutečnou velikostí ISO ...	81
Tabulka 8	82
Tabulka 9: Výsledky hodnot PBI a API u první skupiny účastníků	83
Tabulka 10: Procentuální zlepšení hodnot PBI a API mezi jednotlivými návštěvami u 1. skupiny respondentů.....	85
Tabulka 11: Výsledky hodnot PBI a API u druhé skupiny účastníků	86
Tabulka 12: Procentuální zlepšení hodnot PBI a API mezi jednotlivými návštěvami u 2. skupiny respondentů.....	88
Tabulka 13: procentuální zlepšení hodnot PBI i API u všech účastníků ..	89

Seznam grafu

Graf 1: Změny v hodnotách PBI u 1. skupiny respondentů během výzkumu	84
Graf 2: Změny v hodnotách API u 1. skupiny respondentů během výzkumu	84
Graf 3: Změny v hodnotách PBI u 2. skupiny respondentů během výzkumu	87
Graf 4: Změny v hodnotách API u 2. skupiny respondentů během výzkumu	87

Přílohy

Příloha č. 1: Anamnestický dotazník

Anamnestický dotazník

OSOBNÍ ÚDAJE:

Příjmení, jméno titul

Datum narození Rodné číslo

Bydliště

Číslo telefonu / email

TRPÍTE NĚKTERÝM Z TĚCHTO ONEMOCNENÍ?

☐ Onemocnění srdce

☐ Astma

☐ Vysoký krevní tlak

☐ Onemocnění štítné žlázy

☐ Porucha srážlivosti krve

☐ Onemocnění jater

☐ Epilepsie

☐ Onemocnění ledvin

☐ Cukrovka

☐ HIV

Máte jiná onemocnění? Jaké?

Alergie

Jaké léky užíváte?

Kouříte? ANO / NE Kolik cigaret denně?

Pijete alkohol? ANO / NE

Užíváte drogy? ANO / NE

PRO ŽENY:

Jste těhotná? ANO / NE

Užíváte antikoncepci? ANO / NE

STOMATOLOGICKÁ ANAMNÉZA:

Chodíte na zubní preventivní prohlídky pravidelně? ANO / NE

Byl/byla jste již na dentální hygieně? ANO / NE

Chodíte na dentální hygienu pravidelně? ANO / NE

Používáte mezizubní kartáčky? ANO / NE

Používáte dentální nit? ANO / NE

Jaký kartáček používáte? manuální/elektrický

Krvácí vám dásně? ANO / NE

Máte citlivé zuby? ANO / NE

Svým podpisem potvrzuji, že mnou vyplněné informace jsou pravdivé a souhlasím se zpracování
mých údajů na výskum k bakalářské práci.

Datum

Podpis.....

Příloha č. 2: Informovaný souhlas

INFORMOVANÝ SOUHLAS S ÚČASTÍ VE STUDII

„Elektrické zubní kartáčky“

Jméno a příjmení:

Datum narození:

PROHLÁŠENÍ:

Já, níže podepsaný(á), souhlasím s mou účastí ve studii, která probíhá v rámci bakalářského studia oboru dentální hygieny na 3. lékařské fakultě Univerzity Karlovy v Praze.

Byl(a) jsem podrobně informován(a) o cílech studie, její průběhu a rozumím co se ode mně očekává.

Beru na vědomí, že prováděna studie je výzkumnou činností.

Souhlasím s průběžnou fotodokumentací, která bude použita ve studii pod číselným kódem.

Potvrzuji, že má účast ve studii je dobrovolná a mohu ji kdykoliv přerušit.

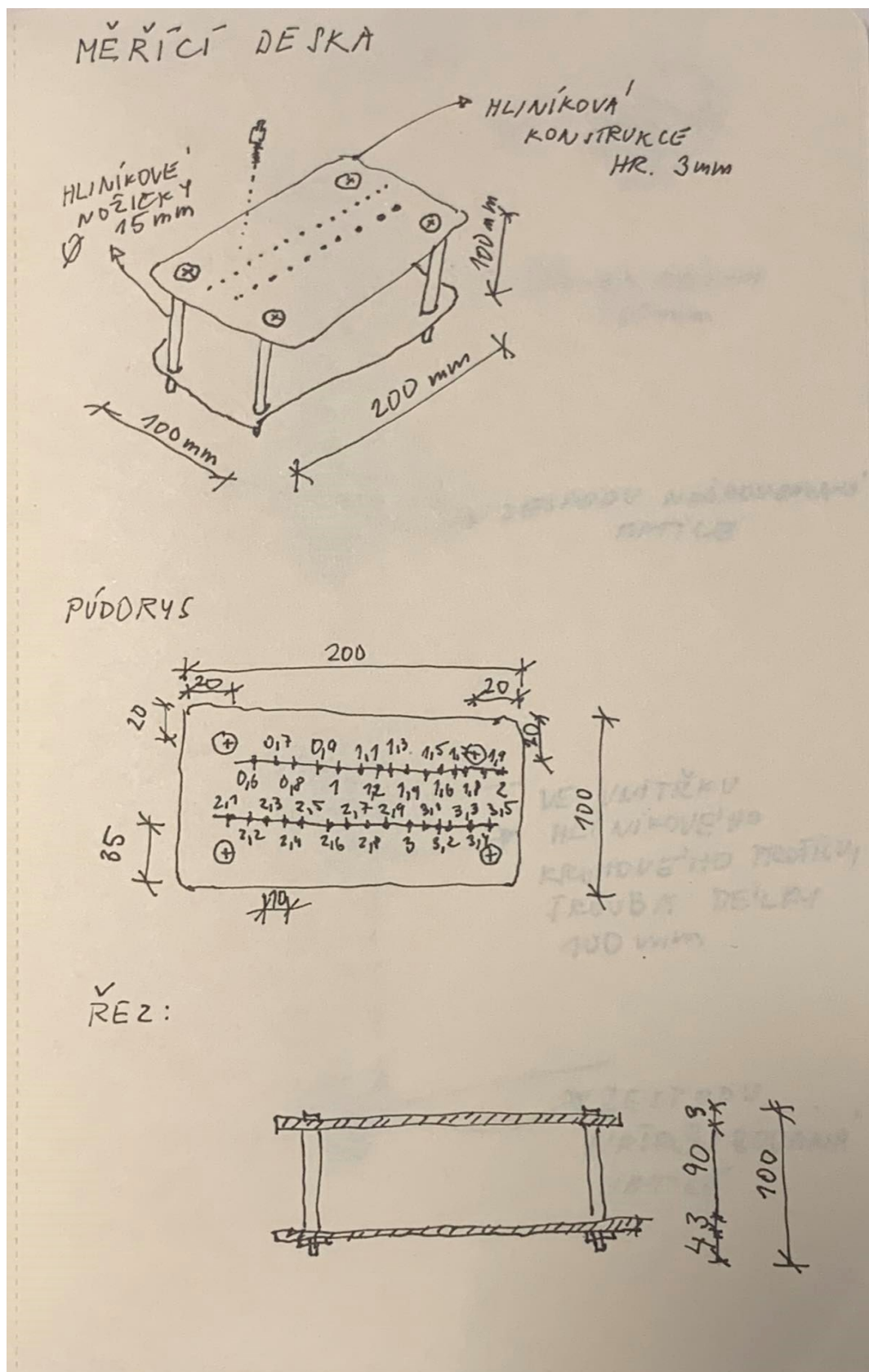
Datum :

Datum:

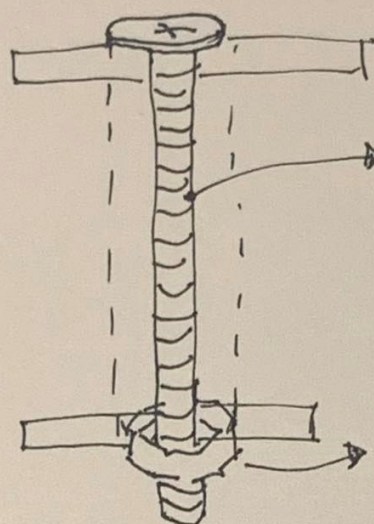
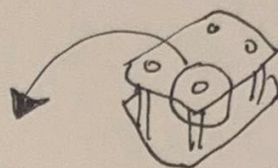
Podpis účastníka :

Podpis osoby provádějící studii:

Příloha č. 3: Nákres měřicí desky

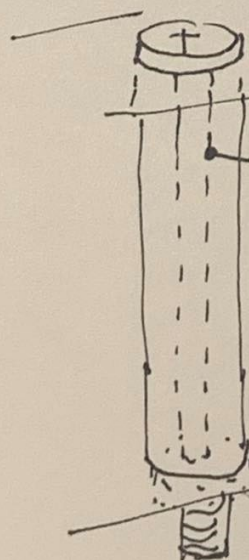


DETAIL SPOJENÍ



→ JÍROUBA DE'LY
100 mm

→ ZESPODU NAŠROUBOVANÁ
MATICE



→ VE VNITŘKU
HLINÍKOVÉHO
KRUHOVÉHO PROFILU,
JÍROUBA DE'LY
100 mm

→ ZESPODU
NAŠROUBOVANÁ
MATICE

Příloha č. 4:

Pacient z první výzkumné skupiny

Pohlaví: žena

Věk: 28 let

OA: hypotyreóza

FA: Euthyrox 50 mg

Před zahájením studie nepoužívala mezizubní pomůcky

Fotodokumentace:

1. Návštěva – počáteční stav



PBI = 64/28 API = 28/28

2. Návštěva – po 14 dnech používání manuálního mezizubního kartáčku



PBI = 32/28 API = 25/28

3. Návštěva – po 14 dnech používání elektrického mezizubního kartáčku



PBI = 30/28 API = 18/28

Pacient z druhé výzkumné skupiny

Pohlaví: žena

Věk: 20

OA: zdravá

FA: léky trvale neužívá

Před zahájením studie nepoužívala mezizubní pomůcky

Fotodokumentace:

1. Návštěva – počáteční stav



PBI = 42 API= 28

2. Návštěva – po 14 dnech používání elektrického mezizubního kartáčku



PBI = 26 API = 22

3. Návštěva – po 14 dnech používání manuálního mezizubního kartáčku



PBI = 26 API = 21