

Untersuchung zur Effektivität von Interdentalhygiene bei Anwendung zweier
unterschiedlicher Zahnseidesysteme – eine Videobeobachtungsstudie

Inauguraldissertation
zur Erlangung des Grades eines Doktors der Zahnmedizin
des Fachbereiches Medizin
der Justus-Liebig-Universität Gießen

vorgelegt von Böttge, Björn
aus Troisdorf

Gießen, 2025

Aus dem Fachbereich Medizin der Justus-Liebig-Universität Gießen

Medizinischen Zentrum für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde
Poliklinik für Zahnerhaltungskunde und präventive Zahnheilkunde

Gutachterin: Prof. Dr. Carolina Ganß
Gutachter: Prof. Dr. Dr. Jan-Falco Wilbrand

Tag der Disputation: 17.06.2025

Widmung

Meinen Eltern

Inhaltsverzeichnis

Einleitung.....	1
Ziel der Studie.....	4
ProbandInnen, Materialien und Methoden.....	5
Studiendesign.....	5
Rekrutierung der ProbandInnen.....	5
Versuchsdurchführung.....	6
Videoinstruktion.....	11
Videoanalyse.....	12
Videoauswertungssoftware und Codierschema der Variablen.....	13
Training und Kalibrierung der Videoanalyse.....	17
Statistik.....	19
Ergebnisse.....	21
Ausgangssituation und Effekte der Instruktion.....	21
Gesamtscore und seine Einzelkomponenten.....	24
Zeitaufwand.....	28
Deskriptive Betrachtung der Anwendung von Zahnseide und MediFloss nach Lokalisation.....	30
Diskussion.....	32
Diskussion des Studiendesigns.....	32
ProbandInnen.....	32
Videoaufzeichnung.....	33
Videocoding.....	34
Diskussion der Ergebnisse.....	36
Diskussion der Ausgangssituation.....	36
Diskussion des Nutzens der Instruktion.....	39
Korrekte Anwendung von Zahnseide/MediFloss als Vorhersagewert für das jeweils andere Mittel.....	44
Anwendungsdauer.....	44
Richtige Anwendung in Abhängigkeit von der Lokalisation.....	45
Ausblick.....	47
Zusammenfassung.....	49
Summary.....	50
Literatur.....	52

Einleitung

In den letzten Jahren rückte der Präventionsbegriff in der Zahnheilkunde immer mehr in den Fokus. Dabei ist ein wesentlicher Bestandteil zur Erhaltung einer guten Mundgesundheit die regelmäßige Entfernung bakterieller Zahnbeläge. Loe et al. konnten bereits 1965 nachweisen, dass Karies weitestgehend durch die Entfernung von intraoralem Biofilm verhindert werden kann (Loe et al. 1965). Durch die gute und regelmäßige Entfernung von Plaque kann auch die Entstehung von parodontalen Erkrankungen und kariesbedingten Zahnhartsubstanzverlusten langfristig verringert werden (Axelsson et al. 2004).

Interdentalräume stellen schwer zugängliche Plaqueretentionsstellen dar, welche mit der Zahnbürste nicht ausreichend erreicht werden können. Die Deutsche Gesellschaft für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde empfiehlt in ihren aktuellsten S3-Leitlinie zum mechanischen Biofilmmangement neben der zweimal täglich stattfindenden Reinigung aller Zahnflächen mit der Zahnbürste eine ergänzende Reinigung der Zahnzwischenräume (Geurtsen et al. 2016).

Der Markt hält zahlreiche unterschiedliche Produkte zur Interdentalraumhygiene bereit. Welches Produkt am besten geeignet ist, ist unter anderem abhängig von der Anatomie des Interdentalraumes (Jentsch 2021). Die klassische Zahnseide und somit auch im weiteren Sinne die Zahnseidehalter eignen sich besonders zur Anwendung in engen Interdentalräumen mit physiologischer Interdentalpapille. Zahnseide ist in unterschiedlichen Ausführungen, wie beispielsweise gewachst, ungewachst oder flauschig, zu finden. Zahnseidehalter zeichnen sich durch ein kleines, vorgespanntes Stück Zahnseide in einem meist stiehförmigen, die Handhabung erleichternden Griff aus und sollen durch das Entfallen der Fixierung und Spannung der Zahnseide mit den eigenen Fingern die Anwendung erleichtern.

Während die mechanische Plaqueentfernung mit der Zahnbürste bereits gut etabliert ist (IDZ 2016), ist die regelmäßige Interdentalraumhygiene wenig verbreitet. Erhebungen zeigen, dass lediglich von 4 % der unter 19 jährigen Schweden (Ericsson et al. 2009) und 15 % der italienischen Studenten (Rimondini et al. 2001) täglich Interdentalraumhygiene betreiben. Auch die deutsche Mundgesundheitsstudie zeigte eindeutige Defizite auf. Nur 22,3 % der 12-Jährigen, 48,7 % der 35- bis 44-Jährigen und 23,1 % der 65- bis 74-

Jährigen gaben an, Zahnseide als zusätzliches Hilfsmittel zur Mundhygiene zu verwenden (Jordan und Micheelis 2016).

Neben der Anwendungsfrequenz spielt in Hinblick auf eine adäquate Plaqueentfernung auch die angewandte Technik eine wichtige Rolle. Prinzipiell ist es biologisch plausibel, dass durch die mechanische Entfernung von Plaque durch die Zahnseide eine Erkrankung des Zahns oder des Zahnhalteapparates verhindert werden kann (Loe et al. 1965; Axelsson 1978). Dennoch zeigt die Datenlage zur Effektivität der Zahnseide in Bezug auf Karies- und Gingivitisreduktion bisweilen unbefriedigende, zum Teil widersprüchliche Ergebnisse (Yankell et al. 2002; Berchier et al. 2008; Slot et al. 2008; Imai 2010; Graziani et al. 2018; Worthington et al. 2019; Roa López et al. 2021). Es konnte bisher kein unmittelbarer Zusammenhang zwischen der häuslichen Anwendung und der Kariesprävention nachgewiesen werden (Sambunjak et al. 2011). Lediglich die professionelle Anwendung von Zahnseide bei Kindern zeigte eine effektive Reduzierung von Approximalkaries, wohingegen die Selbstanwendung keinen Effekt zeigte (Hujoel et al. 2006).

Zur Erfassung der richtigen Zahnseideanwendung verwendeten diese Studien jedoch Plaque-Indizes als Surrogatparameter. Somit konnte lediglich beobachtet werden, ob und nicht wie die Zahnseide angewandt wurde. Beobachtungsstudien konnten jedoch erhebliche Anwendungsdefizite zeigen. In den Jahren 1973 und 1975 untersuchten Radentz et al. unterschiedliche Lehrmethoden zur Anwendung von Zahnseide. Untersuchte Methoden waren die videobasierte Instruktion, die Instruktion am Patientenstuhl, sowie eine Kombination aus beiden (Radentz et al. 1973; Radentz et al. 1975). In der Studie von 1975 wurden die 197 ProbandInnen in eine Kontrollgruppe und eine Versuchsgruppe, welche hinsichtlich der Zahnseideanwendung instruiert wurde, unterteilt. Beide Gruppen wurden zum Studienstart uninstruiert bei der Zahnseideanwendung beobachtet. Beide Gruppen erreichten uninstruiert nur einen Zahn richtig mit Zahnseide (Radentz et al. 1975). Auch Winterfeld konnte in seiner Studie erhebliche Defizite bei der Zahnseideanwendung aufzeigen. Bei der Beobachtung von 100 18-Jährigen während ihrer Mundhygienemaßnahmen wurde zwar die empfohlene Putzdauer mit der Zahnbürste in den allermeisten Fällen eingehalten, Zahnseide zur Reinigung der Zahnzwischenräume wurde jedoch häufig vernachlässigt und nur 47 ProbandInnen verwendeten überhaupt Zahnseide. Nur fünf ProbandInnen erreichten alle Zahnzwischenräume, wovon wiederum nur eine Person mit der ebenso wichtigen richtigen Technik reinigte (Winterfeld 2014). Diese Erkenntnisse führen zu der

Feststellung, dass zur Steigerung der Effektivität und damit dem Nutzen der Zahnseideanwendung mehr Zahnzwischenräume mit besserer Technik erreicht werden müssen.

Die Anleitung zu einer adäquaten Interdentalraumhygiene findet in der Regel in der hauszahnärztlichen Praxis statt. In der professionellen Prophylaxesprechstunde soll (re-)motiviert, (re-)instruiert und das Bewusstsein für eine suffiziente Mundhygiene gesteigert werden. Die fünfte Mundgesundheitsstudie konnte zeigen, dass in der Bevölkerung ein hohes Maß an Bewusstsein für die orale Gesundheit vorliegt. Bei den älteren Senioren (75- bis 100-Jährige) waren 70,3 % davon überzeugt, viel bis sehr viel für die eigene Zahngesundheit tun zu können. Bei den jüngeren Senioren (65-74-Jährigen) gaben 75,6 % der befragten an „viel“ oder „sehr viel“ für die Zahngesundheit tun zu können. Bei den jüngeren Erwachsenen (35- bis 44-Jährigen) lag der Anteil bei 85,5 %, bei den befragten Kindern (12-Jährige) bei 86 % (Jordan 2016). Auch wenn diese Zahlen bereits sehr vielversprechend erscheinen, stellen sich nach wie vor regelmäßig PatientInnen mit schlechter Mundhygiene in den Praxen und Kliniken vor. Viele vorangegangene Studien zeigen klar, dass bei weitem auch in vermeintlich gut aufgeklärten Altersgruppen bei der häuslichen Mundhygiene nicht alles so umgesetzt wird, wie es allgemein empfohlen wird (Winterfeld et al. 2015; Schlueter et al. 2010; Schlueter et al. 2013; Ganss et al. 2009; Ganss et al. 2018). Gründe für ungenügende Plaqueentfernung könnten fehlende Motivation, falsche Technik und unzureichende Systematik bei der Anwendung von Interdentalraumhygieneprodukten sein. In der fünften Mundgesundheitsstudie gaben nur 23,1 % der befragten jüngeren Senioren an, Zahnseide als zusätzliches Hilfsmittel zur Mundhygiene zu verwenden (Jordan 2016). Wie oben bereits erwähnt, zeigte die Beobachtungsstudie von Winterfeld erhebliche Defizite in Technik und Systematik bei der Anwendung von Zahnseide (Winterfeld et al. 2015). Die Studien zeigen somit ein noch zu erschließendes Potential bei der Verbesserung der häuslichen Mundhygiene.

(Re-)motivation und (Re-)instruktion der Zahnseideanwendung kann auf unterschiedliche Art und Weisen erfolgen, etwa durch mündliche Erinnerungen oder Erklärungen, visuelle Instruktion und Remotivation an Modellen oder Bildern. Einen weiteren Ansatz liefert die Videoinstruktion. Dazu werden vorgefertigte Lernvideos zur Anwendung entsprechender Produkte gezeigt. Die Ergebnisse von Studien zum Nutzen von Demovideos sind jedoch widersprüchlich. Bereits 1973 erschien eine Studie, welche den Nutzen videobasierter Demonstrationen auf das Mundhygieneverhalten der

ProbandInnen untersuchte (Radentz et al. 1973). Glavind et al. nutzte im Jahr 1985 ein Instruktionsvideo zur Unterstützung einer handbuchgeführten Selbstinstruktion (Glavind 1986). In dieser Studie wurde eine ProbandInnengruppe mit Video- beziehungsweise Handbuchinstruktion mit einer Kontrollgruppe ohne Videoinstruktion verglichen. Wie diese, so beschäftigten sich einige weitere Studien mit videobasierter Instruktion, hauptsächlich jedoch zur Zahnbürstenanwendung (Lees 2000; Glavind 1986; Addy et al. 1999; Schlueter et al. 2010; Glavind et al. 1981; Renton-Harper et al. 2001). Für die vorliegende Studie ist vor allem die Zahnseideanwendung interessant. In den oben bereits erwähnten Studien von Radentz zur Videoinstruktion hinsichtlich Zahnseideanwendung verbesserten sich die Werte nach Instruktion signifikant. Während vor Instruktion nur 7,5 % der gezählten Zähne richtig erreicht wurden, wurden nach Gruppenvideoinstruktion bereits 73,7 % der Zähne richtig erreicht. Bei der Kombination von Videoinstruktion und individueller Instruktion am Behandlungsstuhl wurden 94 % der Zähne richtig erreicht. Auch eine Studie unserer Arbeitsgruppe ging der Frage nach, ob und wie die korrekte Anwendung von Zahnseide vermittelt werden kann. Die Ergebnisse dieser Videobeobachtungsstudie bei jungen Erwachsenen zeigen, dass bereits eine einfache Instruktion durch das Zeigen eines Demovideos zur korrekten Anwendung von Zahnseide zu einer deutlichen Verbesserung der Zahnseideanwendung führt. Vor Instruktion konnten nur etwa 4 % der ProbandInnen vollständig flossen, am Ende der Studie waren dies 45 %, bei 33 % der Teilnehmer zeigten sich Verbesserungen. Rund ein Viertel der ProbandInnen konnten jedoch auch nach Instruktion Zahnseide nicht korrekt anwenden (Schmidt 2024).

Ziel der Studie

Da die Datenlage zum Anwendungsverhalten und zur Effektivität von Zahnseide unklar ist, wurde in unserer Arbeitsgruppe eine größere Studie durchgeführt, in der untersucht wurde, wie Plaque in Abhängigkeit von der Anwendungstechnik entfernt werden kann und ob MediFloss dabei einen Vorteil gegenüber herkömmlicher Zahnseide hat. Die Studie war eine cross-over Beobachtungsstudie, in der zum einen die Verhaltensmuster der Proband*innen in der Anwendung mit Zahnseide durch Videoanalysen untersucht wurden. Zum anderen erfolgte die Quantifizierung von Plaque auf Intraoralscans.

Die Studie soll untersuchen, ob mit MediFloss im Vergleich zu konventioneller Zahnseide bereits nach kurzer Anleitung (baseline)

- mehr Interdentalräume erreicht werden,
- eine bessere Technik und eine bessere Systematik erreicht wird,
- auf den Approximalflächen mehr Plaque entfernt wird,

und ob mit MediFloss im Vergleich zu konventioneller Zahnseide nach einer Videoinstruktion

- mehr Interdentalräume erreicht werden,
- eine bessere Technik und eine bessere Systematik erreicht wird.

Die vorliegende Arbeit ist Teil dieses größeren Projekts und umfasst die Videobeobachtung des Anwendungsverhaltens von Zahnseide und MediFloss bei habitueller sowie instruierter Anwendung.

ProbandInnen, Materialien und Methoden

Studiendesign

Diese randomisierte, kontrollierte, cross-over Interventionsstudie wurde in der Poliklinik für Zahnerhaltungskunde und Präventive Zahnheilkunde des Medizinischen Zentrums für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde, Justus-Liebig-Universität Gießen, durchgeführt.

Die Studie wurde nach den Prinzipien der guten klinischen Praxis und der Deklaration von Helsinki (2023) durchgeführt und von der Ethik-Kommission der Justus-Liebig-Universität positiv begutachtet (AZ 63/22).

Rekrutierung der ProbandInnen

In die vorliegende Studie wurden volljährige gesunde ProbandInnen einbezogen. Die Untersuchung erfolgte an Studierenden der JLU, die keinen fachlichen Bezug zur Medizin hatten. Studierende in den ersten beiden Semestern der Zahnmedizin, die noch nicht am Prophylaxeprogramm der Poliklinik für Zahnerhaltungskunde und Präventive Zahnheilkunde teilgenommen hatten wurden ebenfalls eingeschlossen.

Bei einem ersten Termin (T0) wurden die ProbandInnen in einem Einführungsgespräch über den Inhalt der Studie informiert und die Ein- und Ausschlusskriterien geprüft, sowie der „Informed Consent“ eingeholt.

Einschlusskriterien:

- Bereitschaft zur Teilnahme, „Informed Consent“
- Alter > 18 Jahre, Studierende des Justus-Liebig-Universität Gießen

Ausschlusskriterien:

- Geistige und/oder körperliche Behinderungen, die die Mundhygiene einschränken könnten
- Allergien oder Unverträglichkeiten gegenüber den verwendeten zahnärztlichen Materialien (Mira-2-Ton®-Lösung: Natriumbenzoat, Kaliumsorbat, C. 45410, C. 42090; Lippenretraktor OptraGate: Styrol-Ethylen-Butylen-Styrol (Fa. Ivoclar Vivadent GmbH))
- Ausgeprägte Gingivitis mit Schwellung und Blutung; Parodontitis marginalis (Lockerungsgrad > I)
- Multiple Rezessionen mit einer Ausdehnung von mehr als einem Drittel der Wurzellänge
- > 2 insuffiziente Restaurationen; kavitierte kariöse Läsionen
- Fehlen von bleibenden Zähnen (mit Ausnahme der Weisheitszähne und natürlichem Lückenschluss)
- Herausnehmbarer Zahnersatz, Brücken, Lückengebiss
- Probandinnen mit festsitzenden kieferorthopädischen Apparaturen (exkl. Retainer)

Kriterien für Drop-Out:

- Abbruch seitens der Probandinnen
- Auftreten von Allergien und unerwünschten Zwischenfällen

Versuchsdurchführung

Die Studie fand in einem Behandlungszimmer mit einer Filmvorrichtung statt.

Dazu wurde eine Videokamera (4K Ultra-HD-Camcorder HC-VX878, Panasonic, Kadoma, Japan) in einen Kasten mit frontal halbdurchlässigem Spiegel montiert, welcher mit einer rosa Farbfilterfolie (7 Stück Farbfilterfolie, Lineaershao, China) versehen war.

Die ProbandInnen wurden an Spiegel und Kamera (vgl. Abb.1) so ausgerichtet, dass eine bestmögliche Videoaufzeichnung ohne Einschränkung der habituellen Bewegungsabläufe stattfinden konnte. Während der Videoaufzeichnung wurden die ProbandInnen für die individuell benötigte Zeit allein im Aufzeichnungsraum gelassen. Sobald die ProbandInnen mit der Reinigung fertig waren, erfolgte die Beendigung der Videoaufzeichnung und deren Sicherung auf einer eigens dafür angelegten Festplatte.

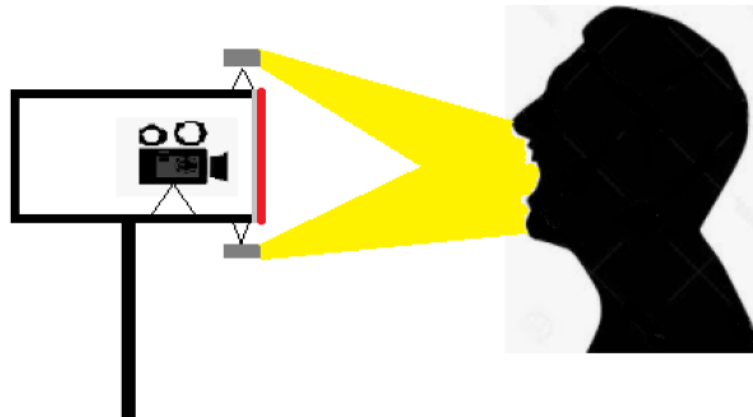


Abb. 1: Schematische Darstellung des Versuchsaufbaus

Nach Einschluss in die Studie wurden die ProbandInnen nach Randomisierungsliste (Research Randomizer 3.0) einer der beiden Reihenfolgen (Beginn mit Zahnseide oder Beginn mit MediFloss) zugeordnet. Abgesehen von der Reihenfolge der Interdentalraumhygieneprodukte zu den jeweiligen Terminen war der grundsätzliche Ablauf der Sitzungen für beide einzelnen Gruppen gleich.

1. Termin (T1)

Am ersten Termin wurde das habituelle Floss (Gruppe I mit Oral-B Essentialfloss Zahnseide Mint gewachst und Gruppe II mit MediFloss, GSTS Innovation GmbH, Mering) gefilmt (Video-Aufzeichnung A.I und A.II).

2. Termin (T2)

Der Ablauf des zweiten Termins (T2) gestaltet sich analog zu dem des Ersten mit dem Unterschied, dass ein Cross-over der Gruppen bezüglich der Anwendung des jeweiligen Hilfsmittels zur Interdentalraumhygiene (Zahnseide und MediFloss) stattfand. Der jeweilige Zustand nach habitueller Anwendung wurde erfasst (Videoaufzeichnung B.I bzw. B.II). Anschließend erhielten beide Gruppen eine Videoinstruktion für ihr jeweils zuletzt angewendetes Hilfsmittel zur Interdentalraumhygiene. Es folgte eine 7-tägige Übungsphase. Dafür bekamen alle ProbandInnen ausreichend Übungsmaterial zur Verfügung gestellt.

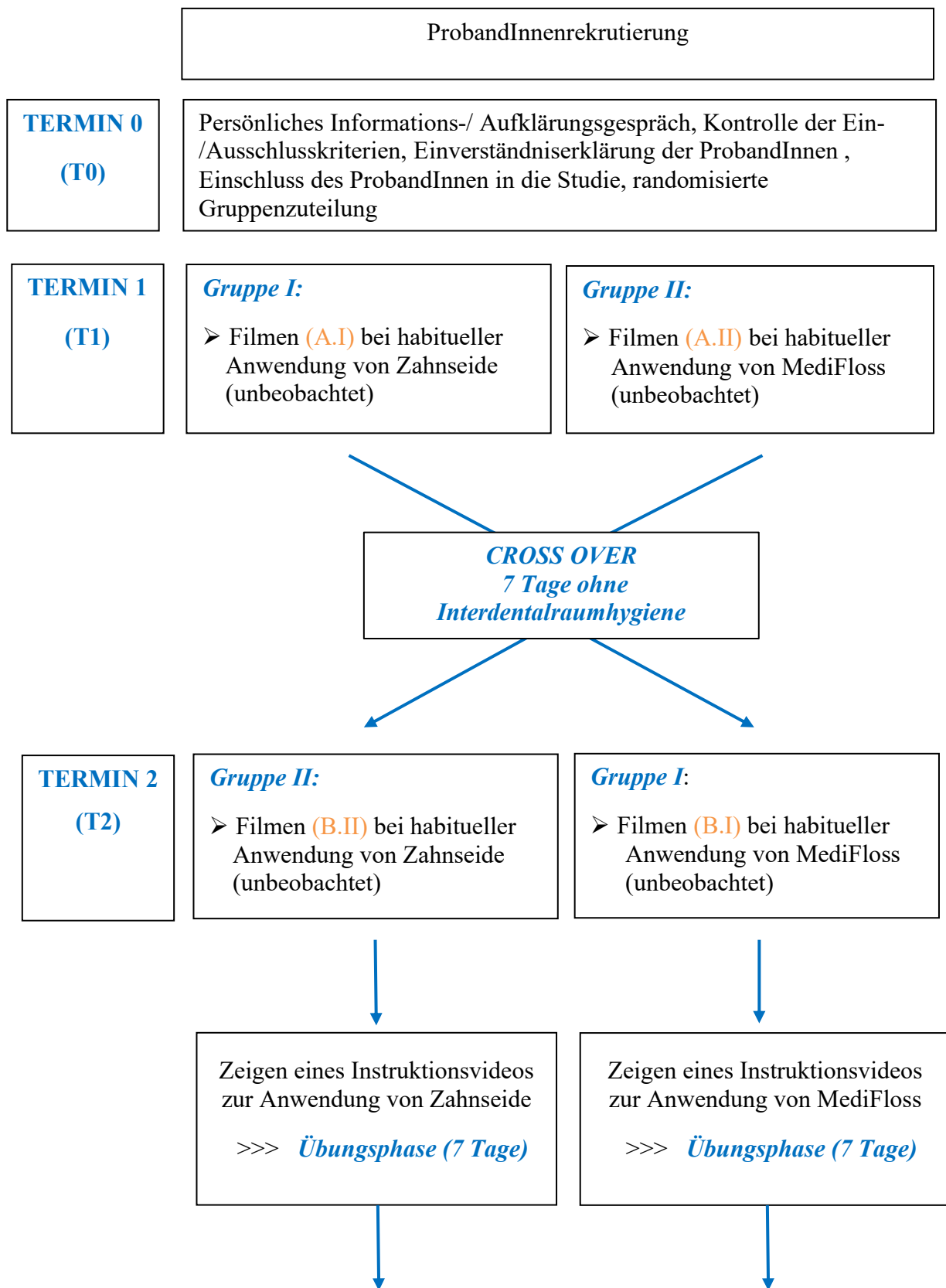
3. Termin (T3)

Nach 7-tägiger Übungsphase mit dem jeweiligen angewendeten Hilfsmittel zur Interdentalraumhygiene (Zahnseide oder MediFloss) wurden per Video-Aufzeichnung (Video-Aufzeichnung C.I bzw. C.II) die Veränderungen gegenüber der ungeschulten Anwendung festgehalten. Aufgrund eines nun stattfindenden erneuten Cross-overs hinsichtlich des Hilfsmittels (Zahnseide/ MediFloss), erhielten die ProbandInnen eine erneute Instruktion zu dem jeweiligen (nun anderen) Hilfsmittel in Form eines Videos. Es folgte wieder eine 7-tägige Übungsphase.

4. Termin (T4)

Am vierten Termin (T4) wurde erneut der Zustand nach 7-tägiger Übungsphase mit dem nun jeweiligen anderen angewendeten Hilfsmittel zur Interdentalraumhygiene (Zahnseide oder MediFloss) per Video-Aufzeichnung (Video-Aufzeichnung D.I bzw. D.II) festgehalten.

Es folgt eine schematische Darstellung des Ablaufes (Abb.2).



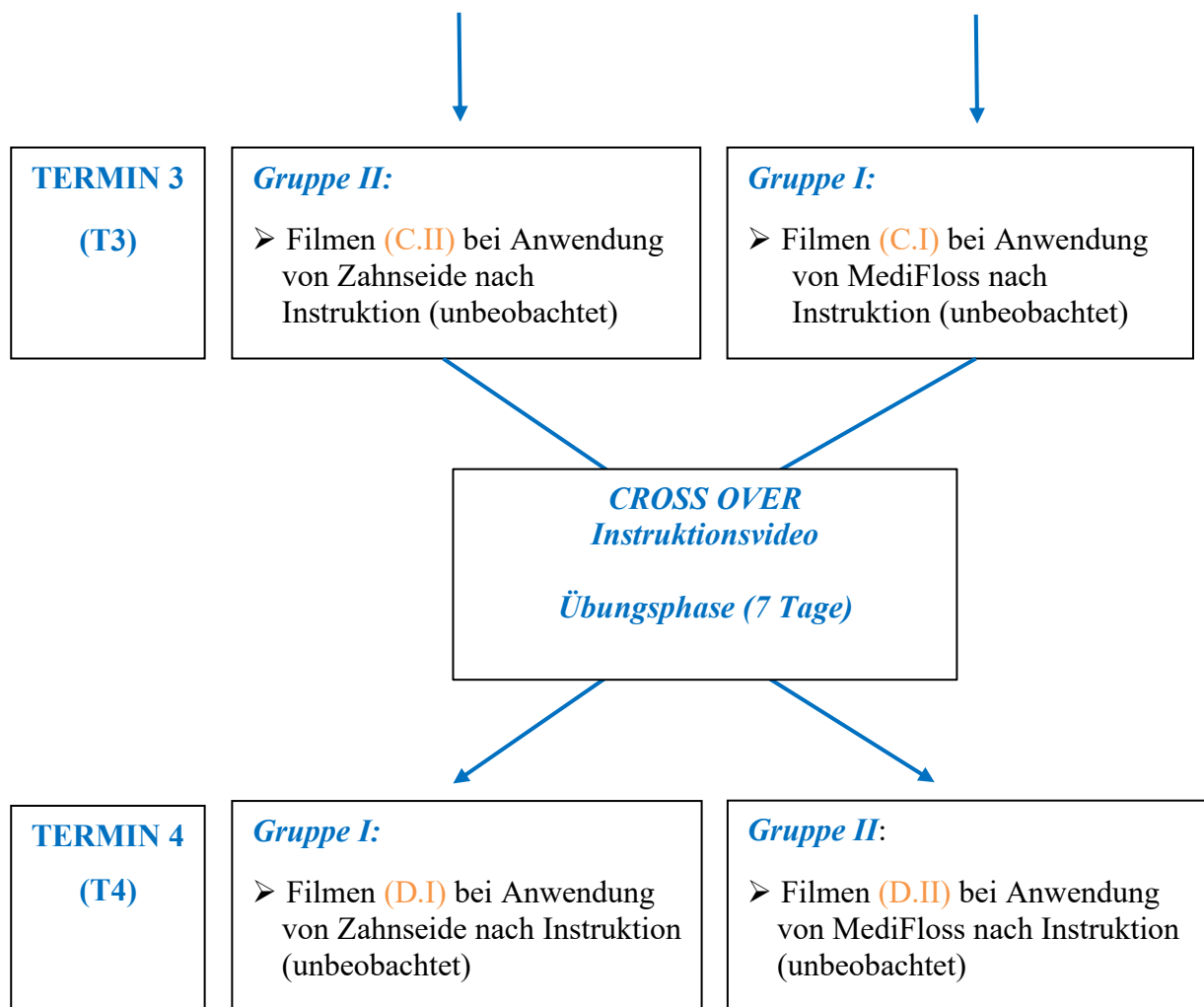


Abb. 2: Schematische Darstellung des Versuchsablaufes

Videoinstruktion

Zur Videoinstruktion wurde für die Anwendung von Zahnseide ein Instruktionsvideo der Arbeitsgruppe aus einer vorangegangenen Studie übernommen (Schmidt 2024). In dem Video wurde sowohl eine empfohlene Systematik als auch eine adäquate Technik bildlich per Demonstration und verbal mittels Vertonung vermittelt. Für die Instruktion der ProbandInnen für das MediFloss System wurde ein neues Video angefertigt. Dieses orientierte sich stilistisch möglichst nah an dem Zahnseidevideo.

Das Zahnseidevideo vermittelte folgende Inhalte: der Zahnseideverpackung soll ein ca. 50 cm langes Stück Zahnseide entnommen werden und auf die Mittelfinger aufgewickelt werden. Die Zeigefinger spannen das Stück Zahnseide zwischen den beiden Mittelfingern. Die empfohlene Technik zur Zahnseideanwendung bestand aus der Einführung der Zahnseide bis unterhalb des Kontaktpunktes. Anschließend sollte die Zahnseide je mesial oder distal an die den Approximalraum begrenzende Zahnfläche adaptiert werden. Die Reinigung erfolgt durch vertikale Bewegungen. Die Zahnseide sollte anschließend an die jeweils gegenüberliegende Zahnfläche desselben Interdentalraumes adaptiert und auch mit vertikalen Bewegungen gereinigt werden, ehe zum nächsten Interdentalraum übergegangen werden sollte. Dabei kann je nach Bedarf ein Stück Zahnseide von einem Finger ab- und auf den anderen Finger aufgewickelt werden. Empfohlen wurde die Reihenfolge von Approximalraum zu Approximalraum im 1. Quadranten distal beginnend und im 4. Quadranten distal endend.

Der Inhalt des MediFloss Videos orientierte sich an den Herstellerinformationen. Das System wird in zwei Bauteilen geliefert. Der Anwender sucht sich einen farblich codierten Ring entsprechend seiner Größe aus. Dazu liegt ein Schlitten mit Zahnseide bei. Dieser mit Zahnseide bestückte Schlitten wird auf den Ring gesetzt und durch eine Drehung fixiert. Die Fixierung des Schlittens bewirkt zusätzlich eine Spannung des Zahnseidestückes. Entweder wird der bestückte Ring auf einen Finger gesteckt oder aber der Ring über seitlich angebrachte Flügel gehalten. Anschließend erfolgt die Reinigung ähnlich zur Zahnseide. Das Zahnseidestück wird, falls nötig mit sägenden Bewegungen, in den Interdentalraum eingeführt. Unterhalb des Kontaktpunktes wird die Zahnseide an die Approximalfläche adaptiert. Die Zahnseide sollte je nach Adaptationsrichtung nun gleichzeitig der mesial/distalen Fläche bukkal des einen und der mesial/distalen Fläche lingual des anderen den Approximalraum begrenzenden Zahnes anliegen. Analog zur

Zahnseide wird auch beim MediFlosssystem anschließend mit vertikalen Bewegungen gereinigt. Es folgt eine Umlagerung zur anderen Adaptationsrichtung, bevor der Approximalraum nach anschließender Reinigung verlassen wird.



Abb. 3: Anleitung MediFloss (GSTS Innovation GmbH, Mering, Deutschland)

Zur Systematik wurde in beiden Videos eine geordnete, systematische Anwendungsreihenfolge empfohlen. Dabei sollte in einem Kieferbogen posterior begonnen und bis zur posterioren Gegenseite weiter verfahren werden, ohne einen Interdentalraum zu überspringen. Wurden alle Zahnzwischenräume der Reihe nach gereinigt, sollte im Gegenkiefer entsprechend verfahren werden.

Videoanalyse

Die Auswertung der erstellten Videos fand nach den etablierten Verfahren der Arbeitsgruppe mit der Videobeobachtungssoftware INTERACT (Version 18.1.4.4, Mangold International GmbH, Armstorf, Deutschland) statt.

Die Bewertung der einzelnen Interdentalräume erfolgte anhand der in Tabelle 1 beschriebenen Parameter. Beurteilt wurden die Zwischenräume mesial und distal der Ramfjord-Zähne (Interdentalräume 17/16, 16/15, 11/21, 21/22, 23/24, 24/25, 37/36, 36/35, 31/41, 41/42, 43/44, 44/45).

Tab. 1: Parameter der Zahnseideanwendung angelehnt an den Flossing Dexterity Index (Rich et al. 1989)

<i>Parameter</i>	<i>Beschreibung</i>
Einfädeln von Zahnseide / MediFloss in den Interdentalraum	Vollständiges Einfädeln von Zahnseide / MediFloss in den Interdentalraum über den Kontaktpunkt zweier benachbarter Zähne hinaus
Erreichte Interdentalräume	Anzahl der Interdentalräume, die in Ober- und Unterkiefer mit Zahnseide/ MediFloss erreicht werden
Adaptation von Zahnseide / MediFloss an Mesial- / Distal- Approximalfläche	Zahnseide / MediFloss wird innerhalb eines Interdentalraumes sowohl an die mesiale als auch die distale Approximalfläche der den Interdentalraum begrenzenden Zähne angelegt
Korrekte Technik bei den Reinigungsbewegungen im Approximalraum	Reinigungsbewegungen im Approximalraum mittels vertikalen Bewegungen mit Zahnseide / MediFloss

Videoauswertungssoftware und Codierschema der Variablen

In INTERACT konnten mehrere Analysecodes programmiert werden, so dass jedes im Video auftretende Ereignis sowohl in Anzahl als auch in Dauer mit Drücken eines Hotkeys codiert werden konnte. Jedem Code war wiederum eine Taste auf der Tastatur zugeteilt worden. Es konnten einzelne, andauernde und gleichzeitige Codes codiert werden. Die Videos wurden jeweils viermal unter Verwendung der verschiedenen Auswertungsvariablen analysiert. Die Ereignisse zu den entsprechenden Untersuchungsparametern wurden parallel durch die Software tabellarisch dargestellt (Abb. 5). Des Weiteren ermöglicht INTERACT das Darstellen des analysierten Verhaltens bei der Interdentalraumhygiene in einem Zeitliniendiagramm (Abb. 9).

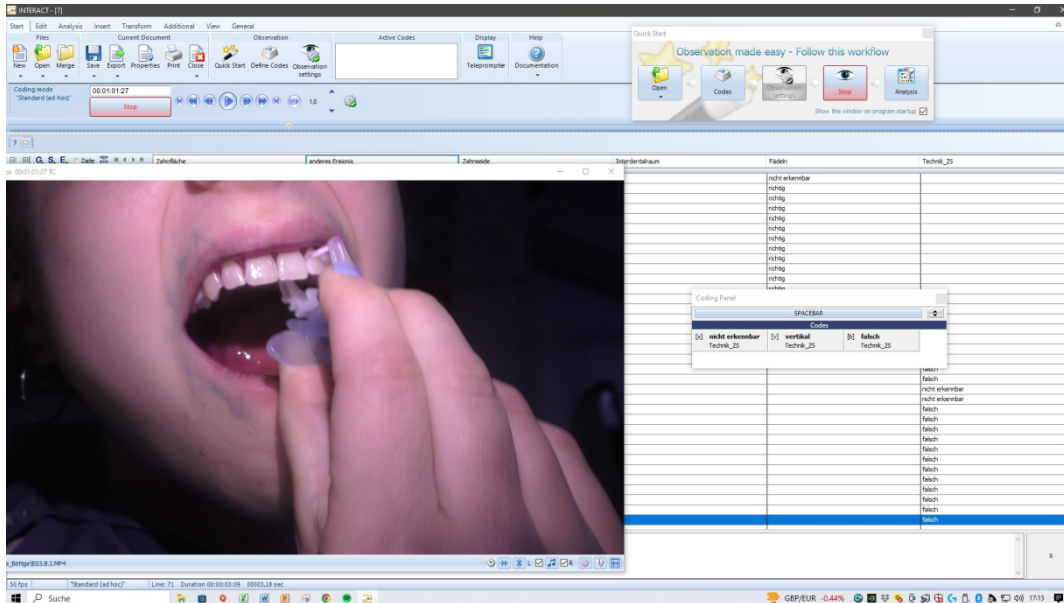


Abb. 4: Screenshot während des Auswertungsvorgangs

Für die vollständige Auswertung eines Videos waren jeweils 3 Durchläufe nötig. In einem **ersten Durchlauf** wurde die generelle Dauer der Anwendung der Interdentalraumhygieneprodukte erhoben.



Abb. 5: Code Interdentalraum

Zahnseide verwendet

Dieser Code beschreibt den Zeitraum der Anwendung eines der beiden Interdentalraumhygieneartikel.

Pause

Der Code Pause entspricht allen Ereignissen, welche aufgezeichnet wurden, aber nicht unter den Code „Zahnseide/MediFloss verwendet“ fielen.

In einem **zweiten Durchlauf** wurde das korrekte Einfädeln der Zahnseide in den erreichten Zahnzwischenraum beurteilt.

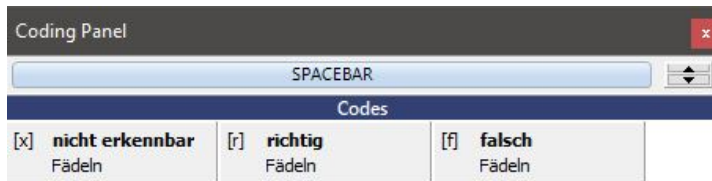


Abb. 6: Code Fädeln

Fädeln richtig

Von einem korrekten Einfädeln und damit einem korrekt erreichten Zahnzwischenraum wurde gesprochen, sobald die ProbandInnen Zahnseide / MediFloss in den Interdentalraum über den Kontaktpunkt zweier benachbarter Zähne hinaus schoben.

Fädeln falsch

Von einem nicht korrekten Einfädeln und damit nicht korrekt erreichten Zahnzwischenraum wurde gesprochen, sobald Zahnseide / MediFloss den Kontaktpunkt nicht überschritten.

Fädeln nicht erkennbar

Dieser Code wurde für Interdentalräume eingefügt, welche im Videomaterial beispielsweise durch die Hände der ProbandInnen verdeckt waren und so keine genaue Aussage zum untersuchten Parameter möglich war.

Das richtige Anlegen der Zahnseide an die jeweils mesial und distal befindliche Approximalfläche wurde im **dritten Durchlauf** analysiert.

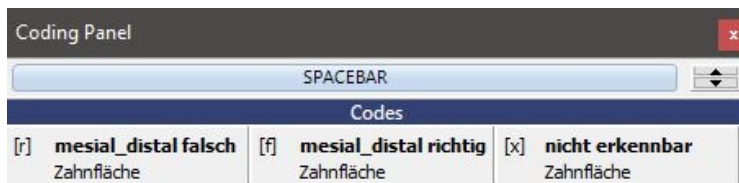


Abb. 7: Code Zahnfläche

mesial_distal richtig

Ein Interdentalraum wurde mit „mesial_distal richtig“ gekennzeichnet, sobald Zahnseide/ MediFloss innerhalb eines Interdentalraumes sowohl an die mesiale als auch die distale Approximalfläche der den Interdentalraum begrenzenden Zähne angelegt wurde.

mesial_distal falsch

Interdentalräume wurden mit „mesial_distal falsch“ gekennzeichnet, sobald Zahnseide/ MediFloss innerhalb eines Interdentalraumes nur mesial, nur distal, oder aber gar nicht an die den Interdentalraum begrenzenden Zähne angelegt wurde.

Zahnfläche nicht erkennbar

Dieser Code wurde für Zahnflächen eingefügt, welche im Videomaterial beispielsweise durch die Hände der ProbandInnen verdeckt waren und so keine genaue Aussage zum untersuchten Parameter möglich war.

In einem **dritten Durchlauf** wurde zwischen richtiger und falscher Reinigungsbewegung unterschieden.

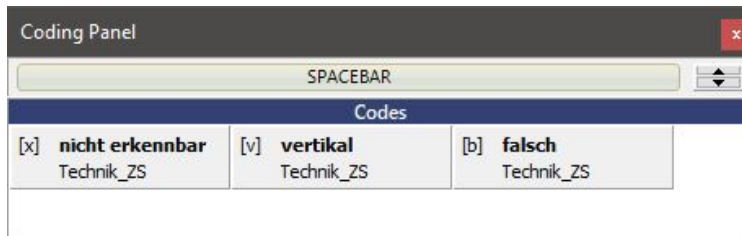


Abb. 8: Code Technik_ZS

Technik_ZS richtig

Die Reinigungsbewegung wurde als korrekt angesehen, sobald Zahnseide/ MediFloss mit vertikalen Bewegungen (apikal-koronale Bewegungen) an den Approximalflächen eines Zahnes entlanggeführt wurde.

Technik_ZS falsch

Alle anderen, nicht vertikalen Reinigungsbewegungen wurden als falsch gekennzeichnet. Darunter fielen beispielsweise horizontale Bewegungen, einfaches Hindurchziehen oder sonstige undefinierbare Bewegungen.

Technik_ZS nicht erkennbar

Dieser Code wurde für Interdentalräume eingefügt, welche im Videomaterial beispielsweise durch die Hände der ProbandInnen verdeckt waren und so keine genaue Aussage zum untersuchten Parameter möglich war.

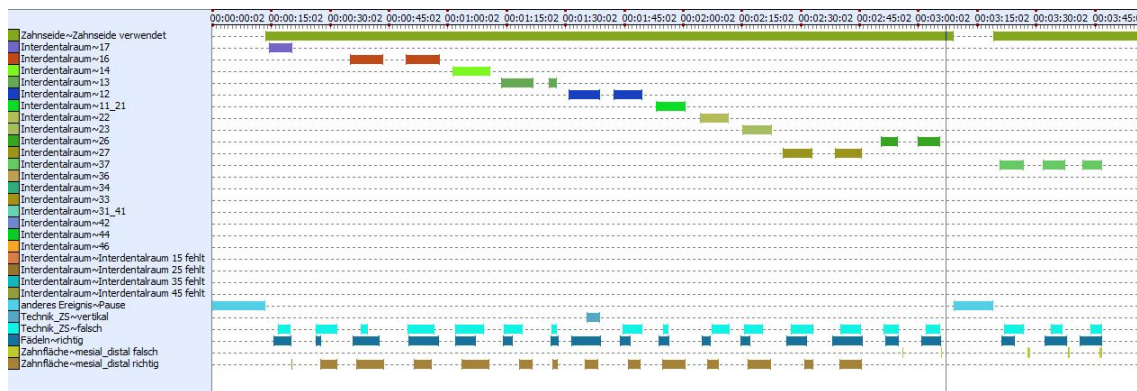


Abb. 9: Darstellung eines fertig ausgewerteten Videos. Die oberste Zeile ist die Zeitachse, die linke Spalte beschreibt den untersuchten Parameter, die dazugehörigen Zeilen den codierten Zeitraum.

Training und Kalibrierung der Videoanalyse

Zur Sicherung der Analysequalität wurde die Videoauswertung zunächst intensiv an Videos einer vorherigen Studie (Schmidt 2024) trainiert und anschließend anhand von 10 zufällig ausgewählten (Research Randomizer 3.0) Videos die Inter-Rater Übereinstimmung bestimmt. Die Intra-Rater Übereinstimmung wurde zweifach bestimmt: nach dem Videoanalysetraining, bevor die eigentliche Videoanalyse begann und nachdem die Hälfte der Videoanalysen fertiggestellt waren. Die dazu verwendeten Videos wurden jeweils ebenfalls zufällig (Research Randomizer 3.0) ausgewählt. Die Übereinstimmung der Analysen wurde jeweils mit dem „Kappa“ Tool von INTERACT berechnet.

Für die Inter-Rater Übereinstimmung betragen die Kappa-Werte für „Interdentalraum erreicht“ 0,846, für „Technik“ 0,663 und für Adaptation 0,486.

Für die Intra-Rater Übereinstimmung zu Beginn der Videoanalyse betragen die Kappa-Werte für „Interdentalraum erreicht“ 0,881, für „Technik“ 0,902 und für Adaptation 0,667.

Für die Intra-Rater Übereinstimmung nach der Hälfte der Videoanalyse betragen die Kappa-Werte für „Interdentalraum erreicht“ 0,986, für „Technik“ 0,863 und für Adaptation 0,708.

Statistik

Die Daten wurden in Excel - Tabellen übertragen und auf Richtigkeit und Plausibilität geprüft. Diese Daten wurde in IBM SPSS Statistics Version 28.0-2-2 (IBM Deutschland GmbH, Ehningen, Deutschland) weiterverarbeitet und statistisch ausgewertet.

Ausgewertet wurden die Interdentalräume mesial und distal der Ramfjord-Zähne, wodurch sich für jeden Probanden maximal 12 Beobachtungen ergaben. Allerdings konnten nicht immer alle Interdentalräume beobachtet werden, Tabelle 2 zeigt Anzahl und Verteilung der fehlenden Werte. Insgesamt betraf dies zwischen 28,9 % und 47,4 % der Probanden, jedoch nur zwischen 4,2 % und 7,9 % aller Interdentalraumbeobachtungen, es fanden sich keine offensichtlichen Ungleichverteilungen.

Tab. 2: Anzahl und Verteilung nicht beobachtbarer Interdentalräume für die Anwendung von Zahnseide (Z) und MediFloss (M) zu den beiden Zeitpunkten (1, 2). Der häufigste Wert für einen Probanden war eine fehlende Beobachtung, der Maximalwert fünf. Der Prozentwert errechnet sich als prozentualer Anteil an der Gesamtzahl an beobachtbaren Interdentalräumen (n = 456) und an der Gesamtzahl von Probanden (n = 38).

	Z1	Z2	M1	M2
Technik	9x1	7x1	8x1	5x1
	3x2	1x2	4x2	7x2
	3x3	2x3	2x3	1x3
	3x4	1x4	1x4	
Interdentalräume gesamt	36 (7,9 %)	19 (4,2 %)	26 (5,7 %)	22 (4,8 %)
Probanden mit fehlenden Werten	18 (47,4 %)	11 (28,9 %)	15 (39,5 %)	13 (34,2 %)
Adaptation	9x1	15x1	7x1	7x1
	3x2	1x2	4x2	8x2
	3x3	2x3	2x3	2x3
	3x4	1x5	1x4	
Interdentalräume gesamt	36 (7,9 %)	28 (6,1 %)	25 (5,5 %)	29 (6,4 %)
Probanden mit fehlenden Werten	18 (47,4 %)	19 (50,0 %)	14 (36,8 %)	17 (44,7 %)
Erreicht	9x1	7x1	6x1	6x1
	3x2	1x2	5x2	8x2
	3x3	2x3	1x4	2x3
	2x4	1x4		

Interdentalräume gesamt	32 (7,0 %)	19 (4,2 %)	20 (4,4 %)	28 (6,1 %)
Probanden mit fehlenden Werten	17 (44,7 %)	11 (28,9 %)	12 (31,6 %)	16 (42,1 %)

Für die Parameter Technik und Adaptation wurde der prozentuale Anteil korrekter Durchführung (Code 2) an der Gesamtzahl beobachtbarer Interdentalräume berechnet, für den Parameter erreichte Zwischenräume wurde der prozentuale Anteil erreichter an der Gesamtzahl beobachtbarer Interdentalräume berechnet. Die aufgewendete Zeit wurde in Sekunden bestimmt.

Da sich für alle Parameter außer der aufgewendeten Zeit signifikante Abweichungen von der Gauß-Verteilung fanden, wurden generell parameterfreie Tests verwendet. Lage- und Streuungsmaße werden als Median und 95% Konfidenzintervall (nach Bootstrapping) angegeben.

Zunächst wurde untersucht, ob die Reihenfolge des Studieneintritts (Zahnseide zuerst: Gruppe 1; MediFloss zuerst: Gruppe 2) einen Effekt auf die Durchführung der Interdentalraumhygiene hatte. Dazu wurde für alle Parameter der Mann-Whitney-Test durchgeführt, der jedoch keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen ergab. Eine Ausnahme bildete die Anwendungszeit für Zahnseide zu T1 sowohl für die Ramfjord-Zähne ($p = 0,013$) als auch für das Gesamtgebiss ($p = 0,013$) und die Anwendungsdauer von MediFloss für das Gesamtgebiss ebenfalls zu T1 ($p = 0,028$). Da diese Parameter jedoch von untergeordneter Bedeutung für die Fragestellung waren, werden die Gruppen dennoch im Folgenden als Gesamtgruppe betrachtet.

Zunächst wurde die habituelle und instruierte Anwendung von Zahnseide und MediFloss deskriptiv betrachtet. Ob sich der Anteil korrekter Adaptation und Technik für Zahnseide und MediFloss nach habitueller und instruierter Anwendung unterschied, wurde mit dem Wilcoxon-Test analysiert.

Der Effekt der Instruktion wurde als Differenz von T2 zu T1 ausgedrückt. Ob sich der Effekt der Instruktion für Zahnseide und MediFloss unterschied, wurde ebenfalls mit dem Wilcoxon-Test untersucht.

Zusätzlich wurde ein Gesamtscore für die korrekte Anwendung als Summe der prozentualen Anteile erreichter, mit korrekter Adaptation und korrekter Technik berechnet. Dabei drückt der Maximalwert von 300 aus, dass alle Interdentalräume mit korrekter Adaptation und mit korrekter Technik erreicht wurden. Ob sich dieser Gesamtscore für die habituelle und instruierte Anwendung von Zahnseide und MediFloss unterscheidet, wurde mit dem Wilcoxon-Test untersucht. Inwieweit die Anwendung von

Zahnseide einen Vorhersagewert für die Anwendung von MediFloss hat, wurde mit einer Regressionsanalyse untersucht.

Ergebnisse

Ausgangssituation und Effekte der Instruktion

Bereits bei habitueller Anwendung erreichten die Probanden fast alle Zwischenräume, unabhängig davon, welches Produkt verwendet wurde. Für die korrekte Technik zeigte sich eine deutliche Polarisierung, da viele Probanden bereits alle Interdentalräume, viele andere dagegen keinen Interdentalraum korrekt erreichten. Im Gegensatz dazu waren die meisten Probanden nicht in der Lage, Zahnseide oder MediFloss korrekt an die Approximalflächen zu adaptieren (Abb. 10, Tabelle 3)

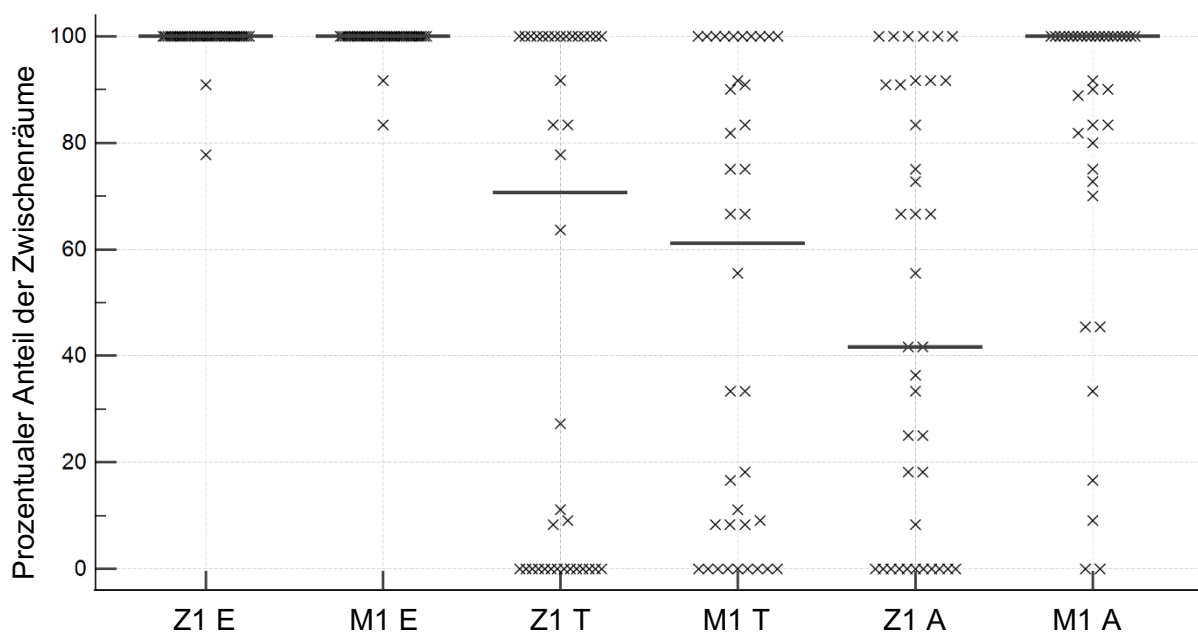


Abb. 10: Plot nach Proband (n = 38) für den prozentualen Anteil der Interdentalräume, die mit Zahnseide (Z) oder MediFloss (M) habitueller (Zeitpunkt 1) erreicht (E) oder mit der richtigen Technik (T) erreicht wurden und in denen Zahnseide oder MediFloss korrekt an die Approximalfläche adaptiert wurde (A).

Statistisch gesehen bestand kein Unterschied zwischen der Anwendung von Zahnseide und MediFloss außer für die Adaptation nach habitueller Anwendung, die mit Zahnseide besser gelang.

Nach Instruktion verbesserten sich Adaptation und Technik sowohl für Zahnseide und MediFloss deutlich, nahezu alle Zwischenräume wurden jetzt korrekt erreicht (Tabelle 3).

Tab. 3: Prozentualer Anteil von erreichten, mit korrekter Technik und mit korrekter Adaptation erreichten Interdentalräumen nach habitueller (1) und instruierter (2) Anwendung von Zahnseide (Z) und MediFloss (M). Der p-Wert 1 bezieht sich auf den Vergleich zwischen Zahnseide und MediFloss jeweils für habituelle und instruierte Anwendung, der p-Wert 2 bezieht sich auf den Vergleich der Anwendung von Zahnseide und MediFloss vor und nach Instruktion. Gleiche hochgestellte Buchstaben bezeichnen die verglichenen Parameter und den dazugehörigen p-Wert.

		Median (95% CI)	Min;Max	p-Wert 1	p-Wert 2
Z1	Adaptation	41,7 (18,2; 73,9) ^{ag}	0;100	p = 0,026 ^a	
	Technik	70,7 (0;100) ^{bh}	0;100	p = 0,447 ^b	
	erreicht	100 (100;100) ^{ci}	77,8;100	p = 0,715 ^c	
M1	Adaptation	12,9 (0,0;43,6) ^{aj}	0;100	p = 0,764 ^d	
	Technik	61,1 (10,1;86,7) ^{bk}	0;100	p = 0,878 ^e	
	erreicht	100 (100;100) ^{cl}	83,3;100	p = 0,068 ^f	
Z2	Adaptation	91,7 (82,6;100) ^{dg}	0; 100		p < 0,001 ^g
	Technik	100 (79,2;100) ^{eh}	0;100		p = 0,004 ^h
	erreicht	100 (100;100) ^{fi}	100;100		p = 0,400 ⁱ
M2	Adaptation	100 (83,3;100) ^{dj}	0;100		p < 0,001 ^j
	Technik	100 (90,9;100) ^{ek}	0;100		p = 0,015 ^k
	erreicht	100 (100;100) ^{fi}	80,0;100		p = 0,180 ^l

Die Instruktion hatte für Zahnseide mit einer Verbesserung der korrekten Adaptation um über 30 Prozentpunkte und für MediFloss von fast 50 Prozentpunkte einen deutlichen Effekt. Der Effekt für die Verbesserung der Technik war dagegen gering. Zahnseide und MediFloss unterschieden sich nicht signifikant (Tabelle 4).

Tab. 4: Effekte der Instruktion auf die korrekte Adaptation und Technik als Differenz der Werte T2 - T1. Der p-Wert bezieht sich auf den Vergleich von Zahnseide (Z) und MediFloss (M). Gleiche hochgestellte Buchstaben bezeichnen die verglichenen Parameter und den dazugehörigen p-Wert.

		Median (95% CI)	Min;Max	p-Wert
Z	Adaptation	33,3 (9,8;54,9) ^a	-29,5;100	p = 0,056 ^a
	Technik	0 (0;0) ^b	-77,8;100	p = 0,323 ^b
M	Adaptation	49,2 (33,5;73,9) ^a	-36,4;100	
	Technik	9,5 (0;25,0) ^b	-100;100	

Abbildung 11 illustriert die kumulativen Häufigkeiten für den prozentualen Anteil mit korrekter Adaptation erreichten Interdentalräumen. Bei habitueller Anwendung stellt sich der geringere Anteil der korrekt erreichten Interdentalräume dar, wenn MediFloss angewendet wurde. Nach Instruktion erhöhte sich der Anteil korrekt erreichter Interdentalräume deutlich und es finden sich ähnlich Ergebnisse für beide Produkte. Auch wenn der Median bei 100 % korrekt erreichter Interdentalräume liegt, zeigt die Abbildung, dass immerhin 20 % der Probanden nur 60% und weniger Interdentalräume korrekt erreichten.

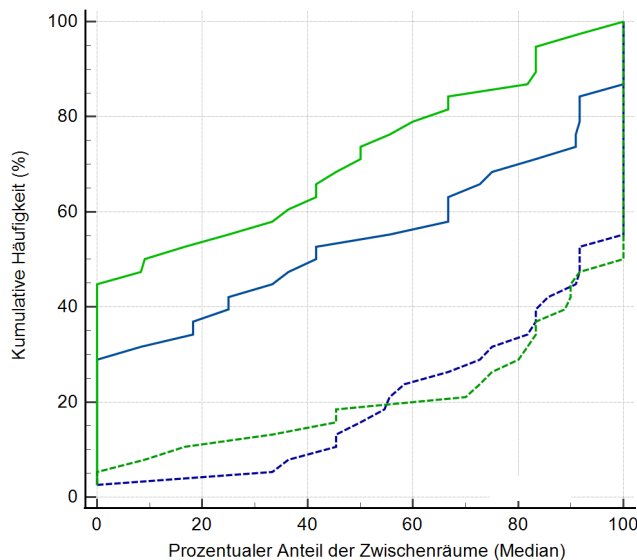


Abb. 11: Kumulative Häufigkeit für den Anteil von Interdentalräumen, die mit korrekter Adaptation erreicht wurden; grün = MediFloss, blau = Zahnseide, durchgezogene Linie = habituelle, gestrichelte Linie = instruierte Anwendung.

Für den prozentualen Anteil der mit korrekter Technik erreichten Interdentalräume zeigte sich bei habitueller Anwendung eine deutliche Polarisierung. Etwa 35 % der Probanden konnten keinen Zwischenraum mit Zahnseide und etwa 25 % keinen mit MediFloss korrekt erreichen, während etwas mehr als 60 % mit Zahnseide und etwa 75 % mit MediFloss in allen Interdentalräumen die korrekte Technik anwendeten. Nach Instruktion verbesserte sich die Anwendungstechnik deutlich, die Polarisierung blieb jedoch bestehen. Dabei waren immerhin noch etwa 20% der Probanden bei keinem Interdentalraum in der Lage, die korrekte Technik anzuwenden und mit MediFloss noch etwa 15 % (Abb. 12).

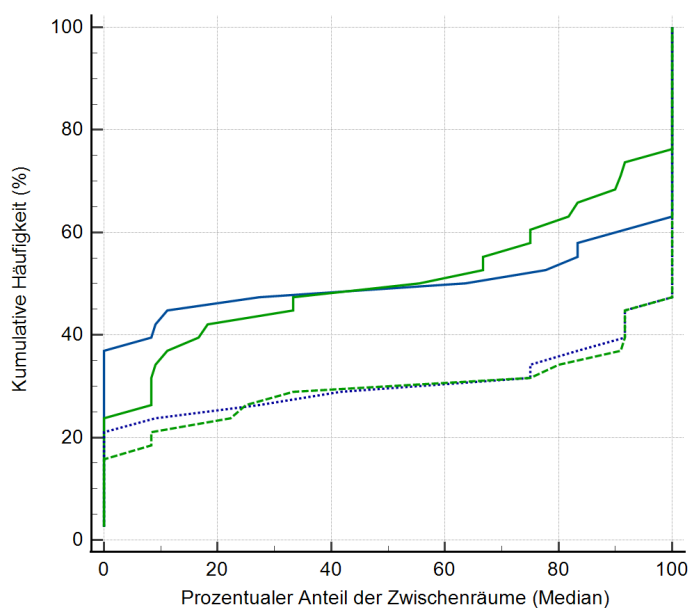


Abb. 12: Kumulative Häufigkeit für den Anteil von Interdentalräumen, die mit korrekter Adaptation erreicht wurden; grün = MediFloss, blau = Zahnseide, durchgezogene Linie = habituelle, gestrichelte Linie = instruierte Anwendung

Gesamtscore und seine Einzelkomponenten

Der Gesamtscore für die habituelle Anwendung von Zahnseide lag bei 200 (148;254) und erhöhte sich nach Instruktion deutlich (283 (245;295); $p < 0,001$). Der Gesamtscore nach habitueller Anwendung von MediFloss lag bei 191 (142;204) und damit geringfügig niedriger als der für Zahnseide ($p = 0,038$), und erhöhte sich nach Instruktion ebenfalls deutlich (270 (232;300); $p < 0,001$). Dabei zeigte sich kein Unterschied zur Anwendung von Zahnseide ($p = 0,649$).

Den Maximalscore und damit die vollständig korrekte Anwendung mit korrekter Adaptation und korrekter Technik in allen Interdentalräumen erreichten bei habitueller Anwendung von Zahnseide 4 Probanden (10,5 %) und bei habitueller Anwendung von

MediFloss 1 Proband (2,6 %). Nach Instruktion konnten 13 Probanden (34,2 %) Zahnseide und 15 Probanden (39,5 %) MediFloss vollständig korrekt anwenden (Abb. 13).

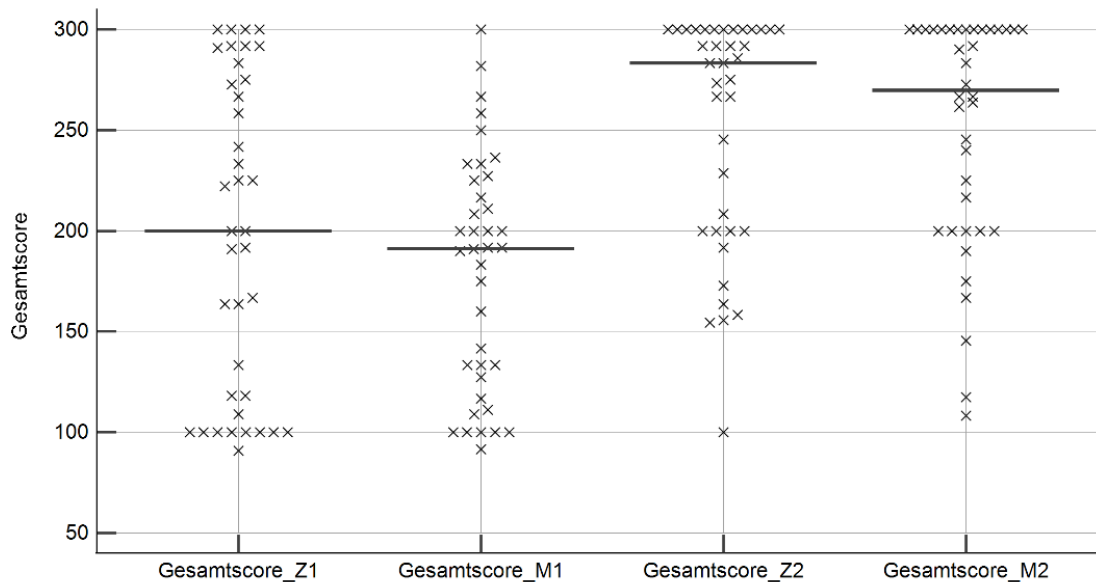


Abb. 13: Plot nach Proband ($n = 38$) für den Gesamtscore, der mit Zahnseide (Z) oder MediFloss (M) habituell (1) und nach Instruktion (2) erreicht wurde. Die Linie kennzeichnet den Median.

Für die habituelle Anwendung zeigt die Regressionsanalyse, dass etwa 35 % der Varianz des Gesamtscores für MediFloss durch den Gesamtscore für Zahnseide erklärt werden kann ($r^2 = 0,357$; $p < 0,001$; Abb. 14). Dieser Zusammenhang ist nach Instruktion ähnlich ($r^2 = 0,312$; $p = 0,004$; Abb. 14), allerdings zeigt das Streudiagramm für die Maximalscores für die Anwendung von MediFloss und Zahnseide eine erhebliche Spannweite für die jeweils anderen Maximalscores.

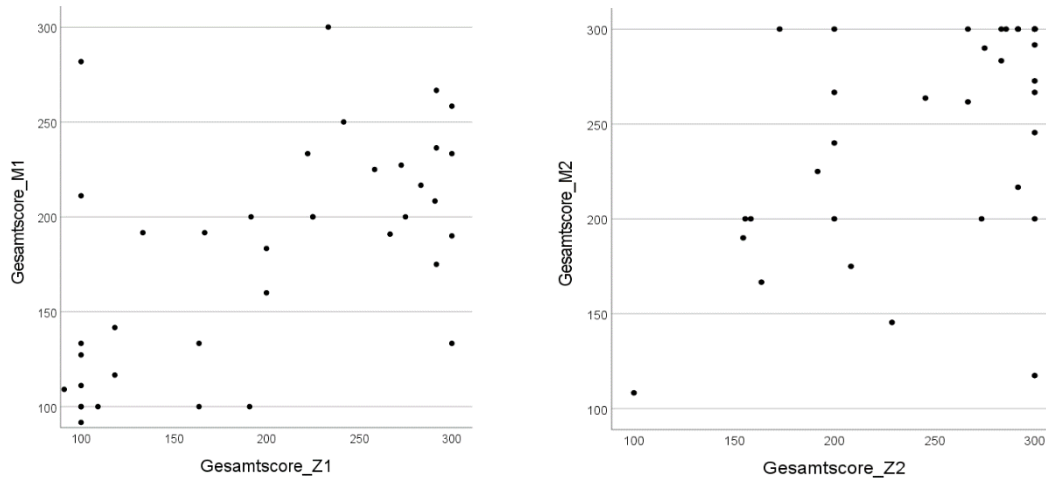


Abb. 14: Scatterplot nach Proband (n = 38) für den Gesamtscore, der mit Zahnseide (Z) oder MediFloss (M) habituell (links) und nach Instruktion (rechts) erreicht wurde

Betrachtet man die Einzelkomponenten, zeigt sich, dass der Anteil der habituell mit korrekt adaptierter Zahnseide erreichten Interdentalräume keinen Vorhersagewert für die mit korrekt adaptiertem MediFloss erreichten hat ($r^2 = 0,056$; $p = 0,153$). Ein etwas deutlicherer Zusammenhang findet sich bei instruierter Anwendung ($r^2 = 0,243$; $p = 0,045$), hier zeigt sich ähnlich wie für den Gesamtscore nach Instruktion bei denjenigen, die alle Interdentalräume mit korrekt adaptierter Zahnseide erreicht hatten, jedoch eine große Spannweite für die mit korrekt adaptiertem MediFloss und umgekehrt (Abb. 15).

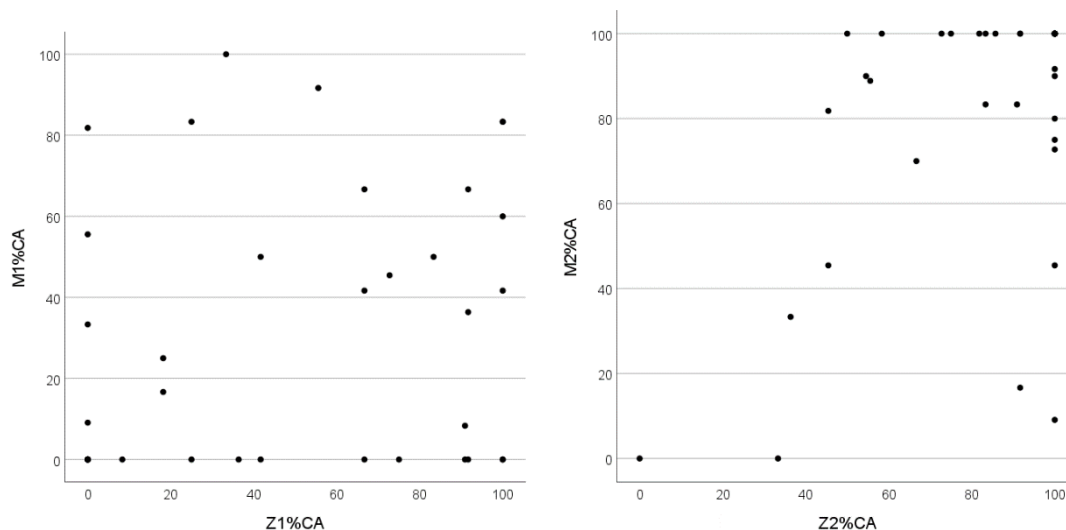


Abb. 15: Scatterplot nach Proband (n = 38) für den prozentualen Anteil der mit korrekt adaptierter Zahnseide (Z) oder MediFloss (M) habituell (links) und nach Instruktion (rechts) erreichten Interdentalräume. Ein Punkt kann mehrere Probanden repräsentieren.

Der Anteil der habituell mit Zahnseide in korrekter Technik erreichten Interdentalräume dagegen hat einen hohen Vorhersagewert für die mit MediFloss in korrekter Technik erreichten ($r^2 = 0,75$; $p < 0,001$). Nach Instruktion schwächte sich der Zusammenhang deutlich ab ($r^2 = 0,220$; $p = 0,003$) (Abb. 16).

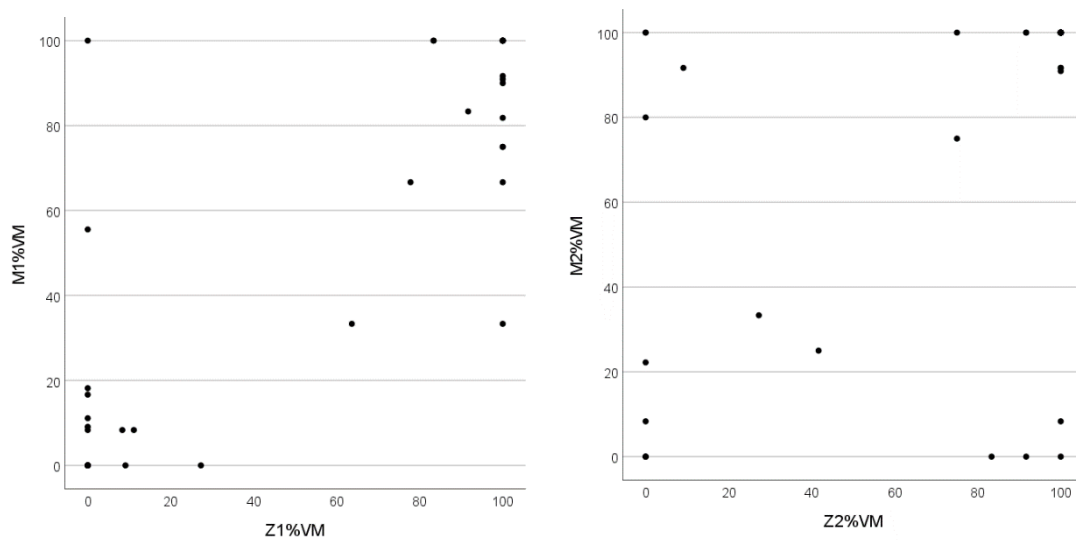


Abb. 16: Scatterplot nach Proband ($n = 38$) für den prozentualen Anteil der in korrekter Technik mit Zahnseide (Z) oder MediFloss (M) habituell (links) und nach Instruktion (rechts) erreichten Interdentalräume. Ein Punkt kann mehrere Probanden repräsentieren.

Zeitaufwand

Der Zeitaufwand bei habitueller Anwendung im Bereich der Ramfjord-Zähne betrug sowohl für Zahnseide als auch für MediFloss etwa eine Minute. Nach Instruktion verlängerte sich der Zeitaufwand für beide signifikant um etwa eine halbe Minute. Für das Gesamtgebiss wendeten die Probanden habituell sowohl für Zahnseide als auch für MediFloss etwa 3,5 Minuten auf, nach Instruktion erhöhte sich die Anwendungszeit für beide um etwa eine Minute. Tabelle 5 zeigt die entsprechenden Wert und Signifikanzen.

Tab. 5: Anwendungsdauer (s) von Zahnseide (Z) und MediFloss (M) bei habitueller Anwendung (1) und nach Instruktion (2). Der p-Wert 1 bezieht sich auf den Vergleich zwischen Zahnseide und MediFloss jeweils für habituelle und instruierte Anwendung, der p-Wert 2 bezieht sich auf den Vergleich der Anwendung von Zahnseide und MediFloss vor und nach Instruktion. Gleiche hochgestellte Buchstaben bezeichnen die verglichenen Parameter und den dazugehörigen p-Wert.

		Median (95% CI)	Min;Max	p-Wert 1	p-Wert 2
Z1	Ramfjord-Zähne	59 (47;73) ^{ac}	28;149	p = 0,064 ^a	
	Gesamtgebiss	206 (175;258) ^{bf}	94;515	p = 0,902 ^b	
M1	Ramfjord-Zähne	64 (52;77) ^{ag}	19;390	p = 0,185 ^c	
	Gesamtgebiss	217 (183;238) ^{bh}	109;601	p = 0,627 ^d	
Z2	Ramfjord-Zähne	89 (67;106) ^{cc}	34;152		p = 0,002 ^e
	Gesamtgebiss	283 (234;324) ^{df}	110;477		p < 0,001 ^f
M2	Ramfjord-Zähne	89 (77;105) ^{cg}	26;240		p < 0,001 ^g
	Gesamtgebiss	261 (212;314) ^{dh}	119;573		p < 0,001 ^h

Die aufgewendeten Dauern für die habituelle und instruierte Anwendung im Bereich der Ramfjord-Zähne oder im Gesamtgebiss zeigten immer signifikante Korrelationen (Abb. 17). Die höchsten Korrelationskoeffizienten zeigten sich jeweils für Zahnseide und MediFloss zwischen den Dauern für die Ramfjord-Zähne und das Gesamtgebiss (r immer = 0,8) aber selbst bei weit auseinanderliegenden Vergleichen blieben immer signifikante, wenn auch schwächere Korrelationen bestehen. Die Korrelationskoeffizienten lagen insgesamt zwischen 0,422 (M1G mit Z2R; $p = 0,008$) und 0,881 (Z2R mit Z2D; $p < 0,001$).



Abb. 17: Korrelationsmatrix für die habituelle (1) und instruierte (2) Anwendung von Zahnseide (Z) und MediFloss im Bereich der Ramfjord-Zähne (R) und für das Gesamtgebiss (G)

Bei habitueller Anwendung fand sich weder für Zahnseide noch für MediFloss eine signifikante Korrelation von Zeitaufwand und Anteil mit korrekter Technik oder korrekter Adaptation. Nach Instruktion fand sich dagegen zumindest eine schwache Korrelation zwischen Zeitaufwand und dem Anteil der mit korrekter Adaptation von Zahnseide ($r = 0,451$; $p = 0,004$) und MediFloss ($r = 0,326$; $p = 0,046$) erreichten Interdentalräume, ein solcher Zusammenhang zeigte sich jedoch nicht für die Technik.

Deskriptive Betrachtung der Anwendung von Zahnseide und MediFloss nach Lokalisation

Abschließen soll noch betrachtet werden, ob sich die habituelle und instruierte Anwendung der beiden Produkte je nach Lokalisation des Interdentalraums in den Zahnbögen unterschiedlich darstellt.

Für Zahnseide zeigten sich bei habitueller Anwendung für die technische Durchführung wenig Unterschiede zwischen den einzelnen Regionen, einzig im Bereich des Unterkieferfrontzahns wurden deutlich weniger Interdentalräume korrekt erreicht. Nach Instruktion wurden in allen Bereichen deutlich mehr Interdentalräume korrekt erreicht, es bleibt eine kleine Tendenz zu weniger korrekt erreichten Interdentalräumen im Unterkieferfrontzahnbereich (Abb. 18).

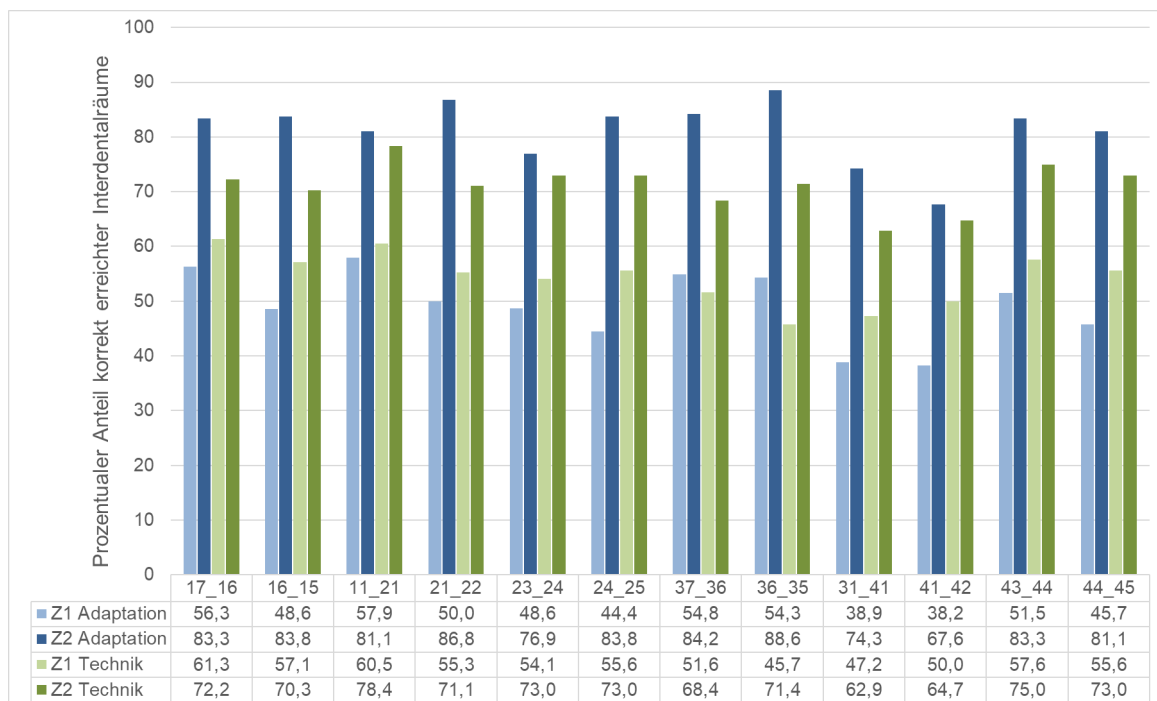


Abb. 18: Prozentuale Anteile korrekt erreichter Interdentalräume bei habitueller (1) und instruierter (2) Anwendung von Zahnseide (Z) im Bereich der Interdentalräume der Molaren (17_16 und 16_15 sowie 37_36 und 36_35), der Prämolaren (23_24 und 24_25 sowie 43_44 und 44_45) und der Frontzähne (11_21 und 21_23 sowie 31_41 und 41_42).

Bei habitueller Anwendung von MediFloss wurde die korrekte Adaptation in allen Bereichen des Zahnbogens deutlich schlechter erreicht, als für Zahnseide. Im Interdentalraum 21_22 wurde MediFloss am häufigsten korrekt adaptiert, in den benachbarten Interdentalräumen und weiter nach distal fanden sich schlechtere Ergebnisse. Im Unterkiefer wurde MediFloss insgesamt etwas schlechter adaptiert; die

geringsten Werte fanden sich distal des Ober- und Unterkiefermolaren. Für die Technik zeigte sich ein gleichmäßigeres Bild, auch wurden ähnlich viele Interdentalräume korrekt erreicht wie mit Zahnseide. In den Interdentalräumen mesial und distal des unteren Molaren gelang die Umsetzung der korrekten Technik jedoch deutlich weniger als in den anderen Interdentalräumen.

Nach Instruktion konnte MediFloss deutlich besser adaptiert werden, das Verteilungsmuster korrekt erreichter Interdentalräume blieb jedoch im Oberkiefer bestehen; die Interdentalräume des Unterkiefers wurden jetzt etwa gleich gut korrekt erreicht wie die des Oberkiefers, MediFloss wurde auch in den zuvor schlecht erreichten Interdentalräumen distal der Molaren sehr viel häufiger korrekt adaptiert. Die instruierte Anwendung von MediFloss führte in allen Interdentalräumen zu einer proportional ähnlichen deutlichen Verbesserung, die Technik in den zuvor am schlechtesten korrekt erreichten Interdentalräume mesial und distal des unteren Molaren verbesserte sich überproportional (Abb. 19).

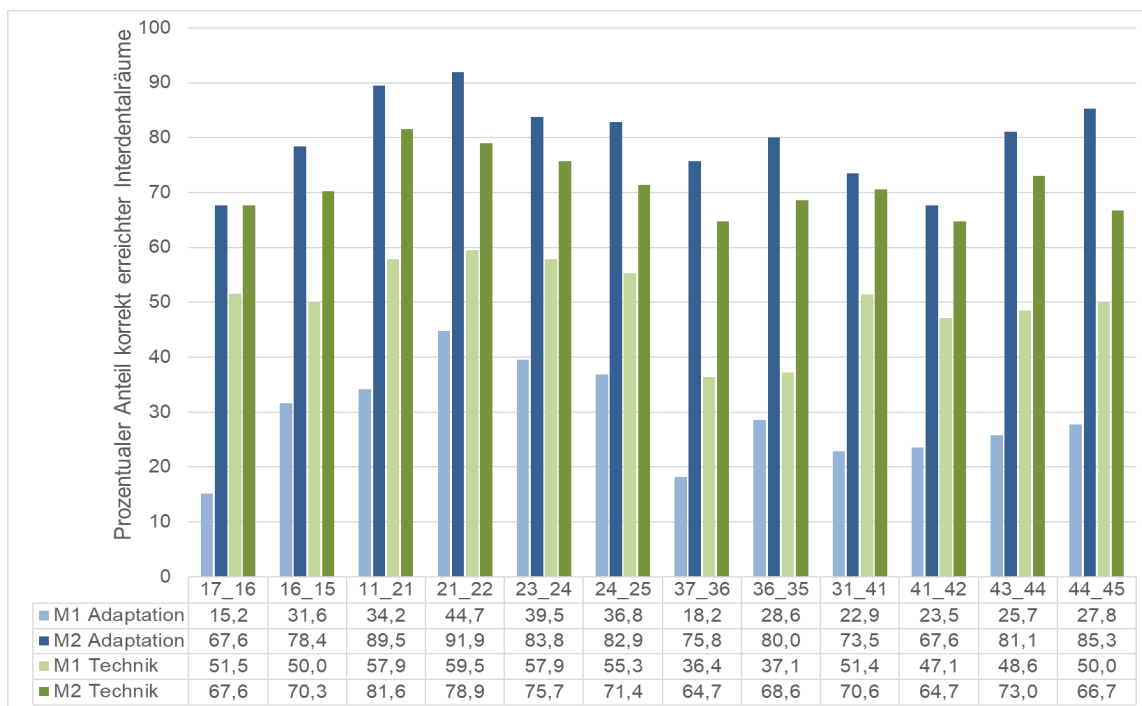


Abb. 19: Prozentuale Anteile korrekt erreichter Interdentalräume bei habitueller (1) und instruierter (2) Anwendung von MediFloss (M) im Bereich der Interdentalräume der Molaren (17_16 und 16_15 sowie 37_36 und 36_35), der Prämolaren (23_24 und 24_25 sowie 43_44 und 44_45) und der Frontzähne (11_21 und 21_23 sowie 31_41 und 41_42).

Diskussion

Die Interdentalraumhygiene mittels Zahnseide ist eine materialarme, aber nur vermeintlich einfache Methode zur Verbesserung der oralen Gesundheit. Auch wenn die bisherige wissenschaftliche Evidenz zum eigentlichen Nutzen von Zahnseide gering ist (Yankell et al. 2002; Berchier et al. 2008; Slot et al. 2008; Imai 2010; Graziani et al. 2018; Worthington et al. 2019; Roa López et al. 2021), wird deren Anwendung nach wie vor empfohlen. Die S2k-Leitlinie "Kariesprophylaxe bleibender Zähne" der DGZ und DGZMK empfiehlt die Verwendung von Hilfsmitteln wie Zahnseide oder Interdentalbürsten zur Entfernung von mit der Zahnbürste nicht ausreichend entfernten Speiseresten und Biofilm (Geurtsen et al. 2016). Viele der vorangegangenen Studien beachteten jedoch häufig nur ob und nicht wie Zahnseide angewendet wird. So konnten Videobeobachtungsstudien große Defizite in der Handhabung aufzeigen (Winterfeld et al. 2015; Schmidt 2024).

Um den Umgang mit Zahnseide und das Erlernen einer korrekten Anwendung weiter zu untersuchen, wurde die vorliegende Beobachtungsstudie an jungen Erwachsenen durchgeführt. Bei dieser randomisierten, kontrollierten, cross-over Interventionsstudie wurde das habituelle Flossn mit Zahnseide und MediFloss sowie das Flossn mit diesen Produkten nach Instruktion und Übungsphasen analysiert. Die Videoaufzeichnungen wurden in Anlehnung an die etablierte Methodik der Arbeitsgruppe ausgewertet. Zielparameter waren die Anzahl erreichter Zahnzwischenräume sowie die korrekte Adaptation und Bewegung von Zahnseide und MediFloss im Interdentalraum.

Diskussion des Studiendesigns

ProbandInnen

Für ProbandInnen wurden mittels Rundnachrichten per Mobiltelefon in Studiengruppen erster Semester unterschiedlicher Studiengänge geworben. Die Gewinnung von ProbandInnen endete beim Erreichen einer Gruppe von 40 TeilnehmerInnen aus StudentInnen der Justus-Liebig-Universität. So konnte von einem hohen Bildungsniveau, schneller Lernfähigkeit und altersbedingt guten motorischen Fähigkeiten der TeilnehmerInnen ausgegangen werden. Alle ProbandInnen wurden anhand der im Kapitel

Material und Methode genannten Ein- und Ausschlusskriterien ausgewählt. Es handelte sich somit um eine Gruppe, deren Teilnehmer eine gute Mundgesundheit aufwiesen. Ein weiterer Vorteil der institutnahen ProbandInnenakquirierung war die gute Erreichbarkeit zwecks Organisation und Durchführung der Studie.

Videoaufzeichnung

Die Methodik der Beobachtungsstudien ist eine etablierte und weit verbreitete Methode, welche wichtige Beiträge zum Erkenntnisgewinn über entsprechende Untersuchungsziele liefern kann (Hammer et al. 2009).

Um die Videoaufzeichnung ethisch vertretbar durchzuführen, wurden alle ProbandInnen im Vorhinein darüber in Kenntnis gesetzt. Dabei besteht jedoch das grundsätzliche Problem, dass Verhalten durch das Wissen gefilmt zu werden, beeinflusst werden kann. So untersuchte die Autorengruppe um Macgregor und Rugg-Gunn inwieweit das Filmen das Zahnputzverhalten beeinflusst (Macgregor 1986). Die Ergebnisse zweier Versuchsgruppen wurden verglichen. 30 ProbandInnen wussten während der Videoaufzeichnung ihres Zahnputzverhaltens nicht über die Videoaufzeichnung Bescheid. Die verbliebenen 60 ProbandInnen wurden vor der Aufzeichnung davon in Kenntnis gesetzt. Die Unterschiede in Bezug auf das Zahnputzverhalten waren gering. Die informierte Gruppe putzte vermehrt die okklusalen Flächen im Unterkiefer und die lingualen Flächen in beiden Kiefern. Keine signifikanten Unterschiede zeigten sich in der Gesamtlänge des Zähneputzens. Die Schlussfolgerung der Autoren war, dass das Filmen keinen deutlichen Effekt auf die Zahnputzperformance von Probanden zu haben scheint (Macgregor 1986).

Ein indirekter Hinweis darauf, dass Filmen offenbar wenig Einfluss auf das Mundhygieneverhalten hat ist, dass entsprechende Verhaltensmuster über mehrere Aufzeichnungen hinweg sehr konsistent sind (Ganss et al. 2009; Mierau et al. 1989; Winterfeld 2014). Weiterhin sollte durch unsere Studie kein Rückschluss auf häusliche Mundhygieneverhalten gezogen werden, sondern letztlich die bestmögliche Performance beobachtet werden. Somit kann davon ausgegangen werden, dass die Videoaufzeichnung keinen wesentlichen Einfluss auf die Ergebnisse hatte.

Wie auch in anderen Studien (Macgregor 1986; Rugg-Gunn 1978, 1979; Macgregor 1984; Ganss et al. 2009; Ganss et al. 2018; Winterfeld et al. 2015; Schlueter et al. 2010;

Schlueter et al. 2013) wurde in der vorliegenden Studie ein halbdurchlässiger Spiegel verwendet. Wie in Kapitel „Versuchsdurchführung“ beschrieben, befand sich hinter dem Spiegel die Videokamera. Die Kamera war somit für die ProbandInnen nicht erkennbar. Zur weiteren Vermeidung von äußeren Einflüssen auf das habituelle Flossing wurde vor dem Spiegel eine rosa Farbfilterfolie angebracht, welche die für eine weitere parallellaufende Studie angefärbte Plaque herausfilterte. Eine solche Maskierung der Videoaufzeichnung war notwendig, um ein gezieltes Flossing an den gefärbten Stellen zu vermeiden. Zusätzlich wurden zur besseren Ausleuchtung leistungsstarke Spiegellichter am Stativ angebracht. So konnten die Probanden im hellen Spiegellicht arbeiten, gleichzeitig erfolgte eine bessere Ausleuchtung des Kamerabildes.

Während der Videoaufzeichnung befanden sich die ProbandInnen in einem separat dafür eingerichteten Raum, in welchem alle nötigen Verbrauchsmaterialien vorbereitet wurden. Die ProbandInnen bleiben nach Einstellung der Kamera und Instruktion allein im Raum. So sollte der Einfluss von beispielsweise weißer Kleidung auf das Verhalten von PatientInnen minimiert werden (Zollinger et al. 2019). Auch die Kamera selbst wurde zur Minimierung des Einflusses auf das Verhalten hinter dem Spiegel verdeckt platziert. Nach der für die ProbandInnen uneingeschränkt benötigten Zeit verließen sie den Raum selbstständig. Anschließend erfolgte eine Sicherung der Videodateien unter einem ProbandInnencode. Von diesen Sicherungen wurde am Ende jeden Arbeitstages eine Sicherheitskopie angefertigt.

Videocoding

Nach Abschluss des klinischen Studienteils erfolgte die Analyse der Videos analog vorangegangener Studien der Arbeitsgruppe statt. T. Winterfeld war der Erste, welcher in der Videobeobachtungssoftware INTERACT ein geeignetes Videocodingsystem entwickelte, um die zeitliche Erfassung von kontinuierlich aufeinander folgende Events (Yoder 2010b) bei der Beobachtung von ProbandInnen während der Mundhygiene zu ermöglichen. Winterfeld nutzte dazu die Möglichkeit der individuellen Erstellung von Codierschemas hinsichtlich der gewünschten Beobachtungsschwerpunkte. Die in der Regel in der Psychologie verwendete Beobachtungssoftware (Hamlin et al. 2008; Mahajan 2009; Hamlin et al. 2008) ermöglicht durch mehrfache oder in Slowmotion stattfindender Wiedergabe die Analyse von sowohl kurzzeitig aufeinander als auch parallel stattfindenden Ereignissen. Die Software bietet unterschiedlichste Varianten des

Codings an. Da jedoch das Count Coding System in dem Fall dieser Studie eine deutlich höhere Sensitivität zeigen sollte als beispielsweise Checklisten oder Bewertungsskalen (Yoder 2010a), wurde jenes analog zu der Studie von T. Winterfeld verwendet. Jedes Event wurde somit, auch wenn es, wie zum Beispiel das richtige Einfädeln der Zahnseide, als Ja/Nein-Fragestellung zu beantworten war, als zeitliches Event in der Software aufgezeichnet. Zur detaillierteren Aufzeichnung der Events wurden die Codes der vorangegangenen Studien dieser Arbeitsgruppe modifiziert. In der vorliegenden Studie wurde jeder Interdentalraum anhand der oben genannten Kriterien separat beurteilt. So wurden in einem ersten Durchlauf die erreichten Interdentalräume sowie deren Sequenz erfasst, in einem zweiten Durchlauf das vollständige Einfädeln der Zahnseide, in einem dritten die Technik und in einem vierten die Adaptation der Zahnseide an die benachbarten Zähne beobachtet. Andererseits wurden die Codes für die Putztechnik auf eine vereinfachte Richtig/Falsch-Entscheidung umcodiert.

Diskussion der Ergebnisse

Diskussion der Ausgangssituation

In der vorliegenden Studie wird die Ausgangssituation, welche der habituellen Anwendung entspricht, mit den Effekten einer Instruktion verglichen. Bei habitueller Anwendung von Zahnseide erreichten die Probanden fast alle Zwischenräume. Bei der angewandten Technik zeigte sich jedoch eine deutliche Polarisierung. Im Median verwendeten die ProbandInnen in 70,7 % der Interdentalräume die korrekte Technik. Die größten Schwierigkeiten bei der Zahnseideanwendung hatten die ProbandInnen bei der Adaptation der Zahnseide an die den Interdentalraum begrenzenden Flächen. Im Median wurde nur in 41,7 % der Zahnzwischenräume die Zahnseide habituell korrekt adaptiert.

In einer vorangegangenen Studie wurden ProbandInnen neben dem Zähneputzen auch bei der habitueller Anwendung von Zahnseide gefilmt (Winterfeld 2014). Dabei wurde vor allem auf die Anzahl der mit Zahnseide erreichten Zahnzwischenräume und die angewandte Technik geachtet. Für die Auswertung wurde das Gebiss in Sextanten unterteilt. Die ProbandInnen besaßen, analog zu der vorliegenden Studie, keine festsitzenden kieferorthopädischen Apparaturen, keinen herausnehmbaren Zahnersatz und besaßen keine vorangegangene zahnmedizinische Fachausbildung. Das Alter der ProbandInnengruppe war in dieser Studie ähnlich. Von den 101 18-jährigen ProbandInnen benutzten nur 47 ProbandInnen Zahnseide, 5 der 47 Videoaufzeichnungen konnten wegen schlechter Einsicht nicht ausgewertet werden. Die 42 ausgewerteten Videos ergaben, dass nur fünf der 42 ProbandInnen alle Zahnzwischenräume erreichten, 11 ProbandInnen erreichten keinen Sextanten vollständig. Eine besondere Polarisierung konnte für die Sextanten im Oberkiefer festgestellt werden. Hier wurde der anteriore Sextant (Sextant 3 21-mal) deutlich häufiger als die posterioren Sextanten (Sextant 1 und 2 jeweils 12-mal) vollständig erreicht. Im Unterkiefer bestand eine solche Polarisierung nicht. Zweiundzwanzig ProbandInnen verwendeten bei der Reinigung horizontale Bewegungen, 18 ProbandInnen führten die Zahnseide in und direkt wieder aus dem Approximalraum heraus. Zwei ProbandInnen verwendeten die empfohlenen vertikalen Reinigungsbewegungen. In einem Fragebogen gaben nur 31 der 47 Anwender an, Zahnseide auch regelmäßig zu Hause zu verwenden. Im Vergleich zu dieser Studie erreichten in der vorliegenden Studie nahezu alle ProbandInnen alle Zahnzwischenräume

vollständig. Auch wurde deutlich häufiger die korrekte Technik angewendet. Ein Grund könnte der Fokus der Studie sein. Während es bei Winterfeldt um das generelle Verhalten bei der Mundhygiene ging und ProbandInnen die Wahl hatten Zahnseide zu verwenden oder nicht, ging es in der vorliegenden Studie für die ProbandInnen gezielt um die Anwendung von Zahnseide.

In einer vorangegangenen Studie wurde die Zahnseideanwendung vor und nach der Betrachtung eines Demovideos mit oder ohne zusätzlichem Hands-on Training untersucht. 54,6 % der ProbandInnen erreichten schon zu Beginn nahezu alle Zwischenräume. Die Frontzähne wurden am ehesten erreicht. Die Molaren wurden am wenigsten erreicht. Von allen ProbandInnen zeigte nahezu niemand die korrekte Technik. Vor Instruktion konnten nur 4,1% der Probanden richtig flossern. In der Studie mussten dafür 24 oder mehr Zwischenräume erreicht werden und in 90% oder mehr Zwischenräumen vertikale Reinigungsbewegungen durchgeführt werden (Schmidt 2024).

In einer älteren Studie wurde untersucht, ob das Lehren einer korrekten Zahnseideanwendung in der Schule zur Reduzierung von Gingivitis beitragen kann. Dazu wurde die Umsetzung der zuvor gelehrteten korrekten Zahnseideanwendung von Kindern im Alter von 7-10 Jahren mittels Gingiva-, Plaque- und Flossing-dexterity-index (FDI) untersucht. Ziel war analog zu der vorliegenden Studie eine vertikale Reinigungsbewegung mit der Zahnseide durchzuführen. Einhundertzwölf ProbandInnen nahmen an der Studie teil und wurden randomisiert in Gruppen, welche klassische Zahnseide, Looped-Zahnseide und Zahnseidehalter anwendeten, eingeteilt. Eine Kontrollgruppe benutzte keine Interdentalraumhygieneprodukte. In dieser Gruppe wurde nur mit einer Zahnbürste geputzt. Die Kinder konnten die Instruktionen nur bedingt umsetzen und zeigten großes Verbesserungspotential bezüglich Anwendungstechnik. Der Zahnseidehalter zeigte die schlechtesten Ergebnisse bezüglich FDI. Die klassische Zahnseideanwendung erreichte etwas bessere Werte. Die besten Werte erreichte die Looped-Zahnseide (Rich et al. 1989).

Im Jahr 1995 untersuchte Lang et al. ebenfalls mittels Videobeobachtungsstudie die habituelle Anwendung von Zahnseide (Lang et al. 1995). Es wurden 319 ProbandInnen eingeschlossen. Das Alter der ProbandInnen betrug $43,7 \pm 15,9$ Jahre, 246 der 319 ProbandInnen wurden zu Hause bei der habituellen Zahnseideanwendung beobachtet. Auch hier wurde der FDI zur Beurteilung der Zahnseideanwendung verwendet. Die

Beobachtung fand nach den Kriterien Halten der Zahnseide, Einführen der Zahnseide bis unterhalb des Kontaktpunktes, Erreichen des subgingivalen Bereiches, vertikale Reinigungsbewegungen und Adaptation der Zahnseide um mesial/distale Zahnflächen statt. Nur 22 % der ProbandInnen benutzten Zahnseide akzeptabel. Diese ProbandInnen zeigten weniger Plaque, geringere Sondierungstiefen und einen geringeren Attachementverlust.

Während die ProbandInnen in der Studie von Winterfeldt ebenfalls junge Erwachsene waren, waren die ProbandInnen in der Studie von Rich et al. (Rich et al. 1989) deutlich jünger, beziehungsweise in der Studie von Lang et al. deutlich älter als die ProbandInnen in der vorliegenden Studie. Dennoch konnte durch die genannten Studien nachgewiesen werden, dass auch diejenigen, welche Zahnseide regelmäßig anwendeten, nur selten mit der richtigen Technik flossten. Selbst wenn die Zahnseide den Zwischenraum erreicht, findet mit unzureichender Technik keine suffiziente Reinigung der Flächen statt (Sambunjak et al. 2011).

Auch die vorliegende Studie kann die Thesen zuvor genannter Studien durch ihre Ergebnisse stützen. Bei habitueller Anwendung erreichten die ProbandInnen zwar fast alle Zwischenräume, jedoch waren die meisten Probanden nicht in der Lage, Zahnseide mit einer korrekten Technik anzuwenden.

Die Anwendung von Zahnseidehaltern war bereits bei Rich et al. (Rich et al. 1989) Teil der Untersuchung. Dort erreichten die ProbandInnen jedoch schlechtere Ergebnisse als mit Zahnseide. Auch die vorliegende Studie untersuchte den Nutzen eines Zahnseidehalters. Statistisch gesehen bestand kein Unterschied zwischen der Anwendung von Zahnseide und MediFloss außer für die Adaptation nach habitueller Anwendung, die mit Zahnseide besser gelang. Im Median wurden 100 % der Zahnzwischenräume bei habitueller Anwendung erreicht, 61,1 % mit korrekter Technik. Nur 12,9 % der Anwender konnten das Produkt korrekt an die Zahnflächen adaptieren. Viele ProbandInnen berichteten schon während der Datenerhebung von einer recht sperrigen Handhabung. Auch gilt es zu berücksichtigen, dass der Zeitpunkt der Beobachtung des habituellen Putzverhaltens mit MediFloss für alle ProbandInnen der erste Kontakt mit oben genanntem Produkt war. Somit passen die Ergebnisse dieser Studie auch zu den

Ergebnissen der Studie von Rich et al. (Rich et al. 1989), obwohl sich die Personengruppen in beiden Studien deutlich unterscheiden.

Diskussion des Nutzens der Instruktion

Die Instruktion für eine suffiziente Mundhygienetechnik beginnt heute meist im Kindesalter in der Gruppenprophylaxe. Dort werden entsprechende Techniken durch eine Kombination aus Demonstration und der Imitation gezeigter Inhalte (Annett 1996), unterstützt durch motivierende mediale Inhalte wie Songs, Puppen oder Mentoren erlernt (Makuch et al. 2011). Auch im Erwachsenenalter, also in der Individualprophylaxe, scheint die regelmäßige Remotivation eine der größten Rollen zu spielen (Söderholm et al. 1982). Reinstruktion und Remotivation in der Individualprophylaxe besteht in der Regel aus der bildlichen Darstellung, Informationsbroschüren und verbaler Instruktionen am Modell. In fortgeschrittenem Alter kommt dem Verständnis und der Vorstellung der auszuführenden Bewegung eine deutlich größere Bedeutung zu (Annett 1996), als der Imitation, welche im Kindesalter prägend ist. Eine eindeutig wissenschaftlich belastbare Aussage zur Überlegenheit einer Instruktionmethode gegenüber einer anderen konnte keine Studie treffen (Addy et al. 1999; Glavind et al. 1981; Renton-Harper et al. 1999). Habituelle Bewegungsmuster haben sich im Erwachsenenalter häufig derart etabliert, dass diese nur durch intensives und regelmäßigem Training zu verändern sind (Weeks 2000; Schneider 1977). Das Verständnis für die bei der Anwendung von Interdentalraumhygieneprodukten entscheidenden Faktoren, wie der Adaptation der Zahnseide an die Approximalflächen, kann einen größeren positiven Effekt haben, als die Verbesserung der Hygieneprodukte selber (Sheiham 2002). Mehrere Studien weisen somit darauf hin, dass das Erlernen einer neuen Mundhygienetechnik für Erwachsene sehr anspruchsvoll ist und eine einmalige Instruktion nicht ausreicht. Das Training sollte zum einen langfristig (Tolvanen et al. 2010), zum anderen auf möglichst vielschichtige Weise stattfinden. So sollte auf möglichst viele Wege wie verbale Instruktion, Demonstrationen und bildhafte Darstellungen, zurückgegriffen werden (Weeks 2000). Die derartige Komplexität könnte ein Grund für die Defizite in der Anwendung sowie die fehlende Evidenz aus wissenschaftlichen Studien für den Nutzen von Interdentalraumhygiene sein. Die meisten dieser Studien maßen den Nutzen ausschließlich anhand von Veränderungen eines Plaqueindizes (Gibson 1977; Glavind et al. 1981; Glavind 1986; Harnacke et al. 2012). Wie auch in Studien von Schlüter (Schlueter et al. 2010; Schlueter et al. 2013) und

Graetz (Graetz et al. 2013) wurde in der gegenwärtigen Studie auf die Beobachtung der Anwendung gesetzt.

Bereits 1973 untersuchte Radentz et al. zwei unterschiedliche Methoden zur Lehre richtiger Zahnseideanwendung. Für die ProbandInnen wurde im Vorhinein ein Instruktionsvideo erstellt, in welchem die Bedeutung von Interdentalraumhygiene näher erläutert wurde und anschließend die Anwendung von Interdentalraumhygieneprodukten am Menschen demonstriert wurde. Abschließend wurden die Zuschauer vom Video aufgefordert die gezeigten Demonstrationen selbst nachzuahmen. In dieser Studie wurde die Anwendung der Zahnseide als richtig betrachtet, sobald die Zahnseide über den Kontaktpunkt hinaus bis in den gingivalen Sulkus geführt, an die Nachbarzähne adaptiert und vertikale Reinigungsbewegungen durchgeführt wurden. 215 ProbandInnen im Alter zwischen 18 und 65 Jahren (Durchschnitt 30 Jahre) wurden in eine Kontrollgruppe ohne Instruktion und eine Gruppe mit einer Chairside-Instruktion unterteilt. Eine dritte Gruppe erhielt die Instruktion durch das oben beschriebene Video. Es fand eine Beobachtung vor Instruktion, sowie eine Beobachtung zwei Wochen nach Instruktion statt. Bei der Kontrollgruppe gab es zwischen beiden Beobachtungen keine Unterschiede. Die Chairside-Instruktion führte zu einer Verbesserung um 82,8 % innerhalb der Gruppe. Die Gruppe mit Videoinstruktion verbesserte sich um 84,3 %. Eine videobasierte Instruktion stellte sich somit als zur Chairside-Instruktion mindestens gleichwertig heraus (Radentz et al. 1975).

In einer die oben beschriebene Studie weiterführenden Untersuchung wurde die videobasierte Instruktion mit einer Kombination aus Video- und Chairside-Instruktion verglichen. Dazu wurden erneut 240 ProbandInnen akquiriert. Die ProbandInnengewinnung an einer militärischen Zahnklinik fand ohne Berücksichtigung von Geschlecht, Links-/Rechtshänder, militärischem Rang, Bildungsgrad oder dentaler Gesundheit statt. Das Alter lag zwischen 18 und 65 Jahren. Die ProbandInnen wurden in eine gleichgroße Kontroll- beziehungsweise Untersuchungsgruppe aufgeteilt. Nach der Beobachtung vor Instruktion erfolgte für die Versuchsgruppe die Instruktion mittels Instruktionsvideo. Nach einer Woche fand eine erneute Beobachtung statt. Anschließend wurde eine Chair-Side Instruktion durchgeführt. Nach 3-wöchiger Übungsphase wurde eine abschließende Beobachtung durchgeführt. Bei der habituellen Zahnseideanwendung konnten die ProbandInnen nur an 7,5 % der Zähne Zahnseide richtig anwenden. Nach der Videoinstruktion erhöhte sich der Wert auf 73,7 %. Bei der Abschlussbeobachtung wurde

ein Wert von 94 % erreicht. Die Kontrollgruppe blieb über alle Beobachtungen hinweg bei 7,5 %. Somit zeigte sich, dass eine videobasierte Instruktion allein gute Ergebnisse erzielt. Auch eine Kombination beider Instruktionsmethoden führte zu keinem perfekten Ergebnis (Radentz et al. 1975).

In der Studie von Schmidt konnte durch Instruktion eine deutliche Verbesserung der Zahnseideanwendung erzielt werden. Konnten zu Beginn der Studie nur 4,1 % der Probanden richtig flossen (24 oder mehr Zwischenräume erreicht, 90 % oder mehr Zwischenräume vertikal geflosst), so konnten am Ende der Studie 44,3 % aller TeilnehmerInnen vollständig korrekt flossen. 16,5% erreichten nach Instruktion alle Zwischenräume, konnten die Technik jedoch nicht umsetzen. Eine gleichgroße Menge an ProbandInnen konnte die Technik vollständig umsetzen, erreichten jedoch nicht alle Zwischenräume (Schmidt 2024). Die hier unter anderem mittels Demovideo angewandte Instruktion führte somit nachweisbar zu einer erheblichen Verbesserung der Anwendungsqualität.

In der vorliegenden Studie wurde auf das Videoinstruktionsmaterial der Arbeitsgruppe zurückgegriffen, was die Vergleichbarkeit der Studien ermöglicht. Diese Videos beinhalteten sowohl Darstellungen am Modell als auch Sequenzen demonstrativer Anwendung des jeweiligen Interdentalraumhygieneproduktes am Menschen. Durchgängig wurden die Filmsequenzen durch verbale Instruktionen unterstützt. Durch die Kombination von verbaler und visueller Instruktion erhofften wir uns eine wirksame Darstellung der umzusetzenden Bewegungen (Annett 1996). Nach der Instruktion folgte eine häusliche Übungsphase für 7 Tage bevor die Anwendung erneut beobachtet wurde. Nach Instruktion verbesserten sich Adaptation und Technik sowohl für Zahnseide als auch für MediFloss deutlich, nahezu alle Zwischenräume wurden jetzt korrekt erreicht. Die Instruktion hatte für Zahnseide mit einer Verbesserung der korrekten Adaptation um über 30 Prozentpunkte und für MediFloss von fast 50 Prozentpunkten einen deutlichen Effekt. Der Effekt für die Verbesserung der Technik war dagegen gering. Bei der Anwendung von MediFloss verbesserten sich die ProbandInnen um 9,5 Prozentpunkte. Den Maximalscore, also die vollständig korrekte Anwendung mit korrekter Adaptation und korrekter Technik in allen Interdentalräumen, erreichten bei habitueller Anwendung von Zahnseide vier Probanden (10,5 %) und bei habitueller Anwendung von MediFloss ein Proband (2,6 %). Nach Instruktion konnten 13 Probanden (34,2 %) Zahnseide und 15

Probanden (39,5 %) MediFloss vollständig korrekt anwenden. Die Verbesserung in der Anwendung ging mit einer Verlängerung der aufgewendeten Zeit um ungefähr eine halbe Minute bei Betrachtung der Ramfjord-Zähne und um eine Minute bei Betrachtung des Gesamtgebisses einher.

Nach Instruktion wurden mit Zahnseide in allen Bereichen des Gebisses mehr Interdentalräume korrekt erreicht, auch wenn wie bei der habituellen Anwendung, eine Tendenz zu weniger korrekt erreichten Interdentalräumen im Unterkieferfrontzahnbereich bestehen bleibt. Dank der Instruktion verbesserte sich die Anwendung von MediFloss in Bezug auf Adaptation deutlich. MediFloss wurde auch in den zuvor schlecht erreichten Interdentalräumen distal der Molaren sehr viel häufiger korrekt adaptiert. Die instruierte Anwendung von MediFloss führte in allen Interdentalräumen zu einer deutlichen Verbesserung. Die Ergebnisse zeigen somit eine deutliche Verbesserung besonders in den Bereichen der Anwendung mit den zuvor größten Defiziten. Insgesamt sind die Effekte der Instruktion im Vergleich zu den Studien von Radentz deutlich geringer ausgefallen.

Bislang sind nur wenige Beobachtungsstudien über den Erfolg von Mundhygieneinstruktionen publiziert, jedoch scheint eine Verbesserung zumindest bei ein- oder zweimaliger Instruktion limitiert (Rich et al. 1989).

So zeigte eine Studie von Schlüter et al., dass eine zweiwöchige Übungsphase im Vergleich zu einer Gruppe, welche nur einmalig instruiert wurde, in Bezug auf die Zahnputzsystematik keinen Effekt auf die Performance der ProbandInnen hatte (Schlueter et al. 2010). In dieser Studie wurden die Probanden zu Beginn während des habituellen Zähneputzens gefilmt. Nach einer darauffolgenden Instruktion anhand eines Informationsblattes (Gruppe 1) oder einer Instruktion mit Demonstration am Modell (Gruppe 2) fand für die beiden Versuchsgruppen eine 2-wöchige Übungszeit statt. Instruiert wurde die modifizierte Bass-Technik (MBT) und eine Putzsystematik (Rateitschak 2004). Nach den 2 Wochen wurde erneut gefilmt. Nach einer Remotivation beider Gruppen schloss sich wieder eine zweiwöchige Übungsphase an. Anschließend wurden alle Gruppen erneut beim Zähne putzen auf Video aufgezeichnet. Eine Kontrollgruppe wurde nur zum Schluss bezüglich modifizierter Bass-Technik und Putzsystematik nach Rateitschak verbal und Demonstration am Modell instruiert und daraufhin ohne Übungszeit beim Zähneputzen gefilmt. Den Nutzen der Instruktion und der Übungszeiten wurde durch ein Punktesystem beurteilt. Dabei spielte die richtige Abfolge der Zahnputzsystematik, die Übernahme der Zahnputzmethode und die zeitliche

Länge des Zähneputzens eine Rolle. Nach der ersten Instruktion haben 19 % der Broschüren-Instruktionsgruppe und 41 % der Demonstrationsgruppe die modifizierte Bass-Technik vollständig umgesetzt. Nach der zweiten Instruktion setzten 25 % in der Broschüren-Instruktionsgruppe und 62 % der Demonstrationsgruppe die Technik richtig um. Lediglich 8 % der Broschüren-Gruppe haben ihr Zahnputzverhalten nicht verändert. In der Kontrollgruppe, setzten 20 % die MBT um, 4% zeigten keine Veränderung. Einen deutlich größeren Effekt hatte die Instruktion auf die Putzsystematik. In beiden Versuchsgruppen übernahmen 36 % vollständig die Systematik, 20 % in der Broschüren-Instruktionsgruppe und 32 % in der Demonstrationsgruppe setzten die Systematik zumindest zum Teil um. Nach der Remotivation nutzten 63 % in der Broschüren-Instruktionsgruppe und 48 % in der Demonstrationsgruppe die instruierte Systematik richtig. Nach der Instruktion der Kontrollgruppe während des letzten Besuches übernahmen 36 % die Systematik. Somit entspricht der Wert der Kontrollgruppe nach Instruktion dem Wert der Versuchsgruppen nach der ersten Instruktion. Die Instruktionmethode „Demonstration“ zeigte insgesamt einen größeren Erfolg als die Instruktion mittels Broschüren.

Ähnliche Ergebnisse zeigten zwei weitere Studien (Addy et al. 1999; Renton-Harper et al. 1999). Es gilt hervorzuheben, dass die Performance der Kontrollgruppe nach der Instruktion am letzten Termin ähnlich zu jener der Demonstrationsgruppe nach Instruktion und Übungsphase war. Der Effekt einer Übungsphase über zwei Wochen scheint somit relativ gering.

Auch Studien mit ganz anderen Fragestellungen zum motorischen Lernen belegen dies. In einer Studie von Weeks und Anderson aus dem Jahr 2000 wurden Bewegungsabläufe im Mannschaftssport unmittelbar nach Instruktion und nach 48 Stunden Übungszeit verglichen. Zwischen beiden Beobachtungen gab es kaum einen Unterschied hinsichtlich der Performance (Weeks 2000). Die einwöchige Übungsphase in dieser Studie sollte dazu beitragen, instruierte Bewegungsmuster vom Kurz- in das Langzeitgedächtnis zu übertragen. Nur eine Übertragung in das Langzeitgedächtnis ermöglicht eine langfristige Verankerung.

Aus dem Bereich der Neurowissenschaften ist zu entnehmen, dass die Nutzung von Langzeitlernprozessen Vorteile gegenüber einzelnen Lerneinheiten haben. Lerneinheiten mit langen Pausenintervallen zwischen den Übungseinheiten scheinen effektiver (Smolen

et al. 2016). Besonders effektiv scheint die Strategie des „spaced learning“ bei motorischen Lernprozessen zu sein (Shea et al. 2000).

Korrekte Anwendung von Zahnseide/MediFloss als Vorhersagewert für das jeweils andere Mittel

Neben dem Nutzen von Instruktionsmaßnahmen stellt sich bei differenzierterer Betrachtung die Frage, ob ProbandInnen die richtige Anwendung von einem Interdentalraumhygieneprodukt auf andere Produkte übertragen können.

Betrachtet man den Gesamtscore, war das für die habituelle Anwendung der Fall; diejenigen mit einem geringen Gesamtscore für Zahnseide erreichten auch nur einen geringen Gesamtscore für MediFloss. Der Gesamteffekt ist offenbar hauptsächlich auf die Umsetzung vertikaler Bewegungen im Interdentalraum zurückzuführen, denn diejenigen, die Vertikalbewegungen mit Zahnseide ausführen konnten, waren auch mit MediFloss dazu in der Lage. Für die Adaptation zeigten sich dagegen nur schwache Zusammenhänge, was möglicherweise aber auch auf die unterschiedliche Anwendungsweise von Zahnseide und MediFloss zurückzuführen ist. Während die adäquate Zahnseideadaptation durch C-förmiges umlegen des Zahnes mit der Zahnseide erfolgen soll, geschieht dies bei MediFloss eher durch ein diagonales Verkanten der Zahnseide.

Nach Instruktion schwächten sich die Zusammenhänge deutlich ab.

Eine Vermutung zur Erklärung dieses Zusammenhangs ist einer Studie aus dem Jahr 2018 zu entnehmen. Bei einer Studie von Ganss et al. ähnelte das Putzverhalten bei der Nutzung elektrischer Zahnbürsten sehr dem mit manuellen. Eventuell spielen hier verankerte Bewegungsmuster eine Rolle (Ganss et al. 2018).

Anwendungsdauer

In einer Studie wurde berichtet, dass die Dauer des Zähneputzens den größten Effekt auf die Plaqueentfernung haben soll (Honkala et al. 1986). Allgemein werden Dauern von 2 Minuten oder länger empfohlen (Muller-Bolla et al. 2011). Für die Verwendung für Zahnseide bestehen dagegen keine Empfehlungen.

In der vorliegenden Studie betrug der Zeitaufwand bei habitueller Anwendung im Bereich der Ramfjord-Zähne sowohl für Zahnseide als auch für MediFloss etwa eine Minute. Nach Instruktion verlängerte sich der Zeitaufwand für beide signifikant um etwa eine halbe Minute. Für das Gesamtgebiss wendeten die Probanden habituell sowohl für Zahnseide als auch für MediFloss etwa 3,5 Minuten auf, nach Instruktion erhöhte sich die Anwendungszeit für beide um etwa eine Minute. Das würde bei den 26 Interdentalräume des Gesamtgebisses etwas 10 Sekunden in jedem Interdentalraum bedeuten.

Eine lange Anwendungsdauer scheint jedoch kein Indikator für eine gute Umsetzung der Anwendung zu sein, denn es fand sich bei habitueller Anwendung weder für Zahnseide noch für MediFloss eine signifikante Korrelation von Zeitaufwand und Anteil mit korrekter Technik oder korrekter Adaptation. Nach Instruktion fand sich dagegen zumindest eine schwache Korrelation zwischen Zeitaufwand und dem Anteil der mit korrekter Adaptation von Zahnseide und MediFloss erreichten Interdentalräume, ein solcher Zusammenhang zeigte sich jedoch nicht für die Technik.

Richtige Anwendung in Abhängigkeit von der Lokalisation

Es scheint plausibel anzunehmen, dass die Anwendung von Interdentalraumhygienemitteln weiter anterior einfacher korrekt umzusetzen ist als im weiter posterioren Bereich. Dies zeigte sich zumindest tendenziell in der Studie von Winterfeld (Winterfeld et al. 2015), in der die Zahnseidenanwendung in den verschiedenen Sextante des Gebisses beobachtet wurde. Dabei zeigte sich die häufigste vollständige Zahnseideanwendung im anterioren Oberkiefer, folgend von den hinteren und vorderen Zähnen im Unterkiefer, der posteriore Bereich des Oberkiefers wurde am seltensten gereinigt. Die Zähne, welche am einfachsten zu erreichen waren, wurden auch am häufigsten aufgesucht. In manchen Fällen wurden sämtliche posterioren Bereiche ausgelassen und ausschließlich anterior gereinigt.

In der vorliegenden Studie wurden sämtliche Interdentalräume codiert, konzentrierte sich in der Auswertung dann auf die Ramfjord-Zähne, welche jedoch die einzelnen Bereiche des Gebisses hinreichend repräsentieren. Für Zahnseide zeigten sich entgegen den Vermutungen bei habitueller Anwendung für die technische Durchführung jedoch wenige Unterschiede zwischen den einzelnen Regionen, einzig im Bereich des Unterkieferfrontzahns wurden deutlich weniger Interdentalräume korrekt erreicht.

Nach der Instruktion wurden in allen Bereichen deutlich mehr Interdentalräume korrekt erreicht. Es bleibt eine kleine Tendenz zu weniger korrekt erreichten Interdentalräumen im Unterkieferfrontzahnbereich.

Bei habitueller Anwendung von MediFloss wurde die korrekte Adaptation in allen Bereichen des Zahnbogens zunächst deutlich schlechter erreicht als für Zahnseide. Im Interdentalraum 21_22 wurde MediFloss am häufigsten korrekt adaptiert, in den benachbarten Interdentalräumen und weiter nach distal fanden sich schlechtere Ergebnisse. Im Unterkiefer wurde MediFloss insgesamt etwas schlechter adaptiert. Die geringsten Werte fanden sich distal des Ober- und Unterkiefermolaren. Eine korrekte Technik wurde bei MediFloss ähnlich gut angewendet wie bei Zahnseide. Auch hier hatten die ProbandInnen distal im Seitenzahnbereich die größten Schwierigkeiten. Nach Instruktion konnte MediFloss deutlich besser adaptiert werden, das Verteilungsmuster korrekt erreichter Interdentalräume blieb jedoch im Oberkiefer bestehen. Die Interdentalräume des Unterkiefers wurden jetzt etwa gleich gut korrekt erreicht wie die des Oberkiefers, MediFloss wurde auch in den zuvor schlecht erreichten Interdentalräumen distal der Molaren sehr viel häufiger korrekt adaptiert. Die instruierte Anwendung von MediFloss führte in allen Interdentalräumen zu einer proportional ähnlich deutlichen Verbesserung, die Technik in den zuvor am schlechtesten korrekt erreichten Interdentalräumen mesial und distal des unteren Molaren verbesserte sich überproportional.

In der habituellen Anwendung fanden sich also, ähnlich wie bei Winterfeld, die größten Defizite in posterioren Zahnbogenregionen. Eine Instruktion konnte die Werte teilweise erheblich verbessern. Es ist zu vermuten, dass seltener die Technik allein, sondern vielmehr auch Motivation und Bewusstsein über die Wichtigkeit der Reinigung in weniger gut einsehbaren Zahnregionen ein Grund für unvollständige Zahnseideanwendung sind.

Ausblick

Die vorliegende Studie ist eine der wenigen bisher durchgeführten Videobeobachtungsstudien zur Zahnseideanwendung. Versuchsaufbau und Auswertungsverfahren der erhobenen Daten haben sich in vorangegangenen Studien der Arbeitsgruppe etabliert. Auch die Übertragung der Methodik auf andere Interdentalraumhygieneprodukte wurde in dieser Studie erfolgreich erprobt. Demnach können weitere Studien mit ähnlichen Zielen an diese Studie nach gleichem, oder leicht modifiziertem Verfahren anschließen.

Weitere Fragestellungen wie der Nutzen von Instruktionvideos auf die Anwendung noch weiterer Interdentalraumhygieneprodukte sind zu klären. Auch die Modifizierung der Instruktion durch beispielsweise Kombination unterschiedlicher Instruktionmethoden eröffnet Raum für weitere an diese Arbeit anknüpfende Studien.

Viele ProbandInnen in dieser Studie konnten beide Systeme besonders nach Instruktion gut anwenden. Das Erreichen der Zahnzwischenräume war für die meisten ProbandInnen kein Problem. Technik und Adaptation der Zahnseide fielen häufig schwerer. Auch nach Instruktion und Übungsphase verblieb dennoch Raum zur Verbesserung. Ob weitere Instruktionen und Remotivationen an zusätzlichen Terminen, oder eine Intensivierung der Instruktion durch Kombination unterschiedlicher Methoden eine weitere Verbesserung der Anwendung durch die ProbandInnen zur Folge hätte, bleibt zu klären. Eine weitere Fragestellung wäre die Nachhaltigkeit der Instruktion in einem späteren Recall. Es muss untersucht werden, ob erlernte Bewegungsmuster sich tief im Gedächtnis verankert haben und sich als habituelle Anwendung der ProbandInnen etablieren.

Kritikpunkte an dieser Studie ist die untersuchte Personengruppe. Alle ProbandInnen genossen einen hohen Bildungsgrad und befanden sich in einer jungen Altersgruppe. Inwieweit die vorliegenden Ergebnisse auf Personen aus anderen Altersgruppen und anderen Lebensverhältnissen übertragbar sind, ist jedoch unklar. Daher wären weitere Studien mit anderen Personengruppen aufschlussreich.

Ob die Instruktion nicht nur zu einer Verbesserung der Anwendung von Zahnseide, sondern auch zu einer verbesserten Plaqueentfernung geführt hat, bleibt aus der alleinigen Videobeobachtung offen.

Zusammenfassung

Für die bestmögliche Entfernung dentaler Biofilme gilt die zum Zähneputzen adjuvante Anwendung von Interdentalraumhygieneprodukten als essentiell. Dennoch wird der klinische Nutzen von Zahnseide immer wieder diskutiert. Bislang wurde die Effektivität der Zahnseideanwendung zumeist anhand von Plaque- oder Gingivaindizes ermittelt, ohne jedoch die adäquate Anwendung von Zahnseide zu prüfen. Die Videobeobachtungen unserer Arbeitsgruppe haben jedoch gezeigt, dass die Umsetzung einer guten Technik zumindest bei habituellem Flossen nur selten gelingt. Neben der konventionellen Zahnseide stehen aber auch Systeme zur Verfügung, die die Anwendung erleichtern sollen.

Ziel der vorliegenden Studie war daher zu untersuchen, ob mit MediFloss, welches ein solches Haltersystem darstellt, im Vergleich zu konventioneller Zahnseide bereits nach kurzer Anleitung (baseline) eine adäquatere Anwendung erreicht wird und ob diese nach einer Videoinstruktion im Vergleich zu Zahnseide weiter verbessert werden kann.

Die Studie war eine randomisierte Interventions- und Videobeobachtungsstudie, in die 38 ProbandInnen eingeschlossen wurden. Dabei wurde die Anwendung von Zahnseide beziehungsweise MediFloss nach habitueller Anwendung sowie nach Instruktion und Übungsphase aufgezeichnet. Nach Abschluss der klinischen Phase wurden die Videos in Bezug auf die Anzahl erreichter Zahnzwischenräume, angewandter korrekter Technik im Sinne vertikaler Reinigungsbewegungen und einer korrekten Mesial- und Distaladaptation beurteilt.

Bei der habituellen Anwendung von Zahnseide und MediFloss wurden zwar nahezu alle Interdentalräume erreicht, jedoch nur in 41,7 % wurde Zahnseide und in 12,9 % MediFloss korrekt adaptiert. Vertikale Bewegungen wurden in 70,7 % mit Zahnseide und in 61,1 % mit MediFloss ausgeführt. Dabei fanden sich keine signifikanten Unterschiede zwischen den beiden Systemen. Der Gesamtscore (Maximalwert 300; Median und 95 % CI), also die Gesamtbetrachtung aller Parameter, lag bei habitueller Anwendung von Zahnseide bei 200 (148;254) und bei MediFloss bei 191 (142;204) ($p = 0,038$). Nur 10,5 % der ProbandInnen erreichten den Maximalwert, also eine vollständig korrekte Anwendung, mit MediFloss gelang dies 2,6 %.

Die Videoinstruktion und Übungsphase führte sowohl für Zahnseide als auch für MediFloss zu einer signifikanten Verbesserung der Anwendung. Der Gesamtscore lag nun bei 283 (245;295) für Zahnseide und 270 (232;300) für MediFloss, dabei fand sich kein signifikanter Unterschied zwischen den Systemen ($p = 0,649$). Den Maximalscore erreichten 34,2 % der ProbandInnen mit Zahnseide und 39,5 % mit MediFloss.

Die Ergebnisse der Studie zeigen bereits nach einmaliger Instruktion einen positiven Effekt von der Anwendung von Demovideos zur Erlernung von Mundhygieneverhalten. Somit könnten diese oder ähnliche Videos im Rahmen der Individual- oder Gruppenprophylaxe erfolgreich eingesetzt werden. MediFloss zeigte jedoch weder bei habitueller Anwendung noch nach Instruktion einen Vorteil gegenüber der konventionellen Zahnseide.

Summary

The use of interdental hygiene products in addition to tooth brushing is considered essential for the best possible removal of dental biofilms. Nevertheless, the clinical benefits of dental floss are a subject of ongoing debate. To date, the effectiveness of flossing has mostly been determined on the basis of plaque or gingival indices, without, however, testing the adequate use of dental floss. However, the video observations of our working group have shown that the implementation of a good technique is rarely successful, at least with habitual flossing. In addition to conventional dental floss, there are also systems available that are designed to make the application easier.

The aim of the present study was therefore to investigate whether MediFloss, which is such a holder system, achieves more adequate use compared to conventional dental floss after only brief instructions (baseline) and whether this can be further improved after video instruction compared to dental floss.

The study was a randomized intervention and video observation study in which 38 test subjects were included. The use of dental floss or MediFloss was recorded after habitual use as well as after instruction and a practice phase. At the end of the clinical phase, the videos were evaluated in terms of the number of interdental spaces reached, the correct

technique used in terms of vertical cleaning movements and correct mesial and distal adaptation.

Although almost all interdental spaces were reached during the habitual use of dental floss and MediFloss, dental floss was only correctly adapted in 41.7 % and MediFloss in 12.9 %. Vertical movements were performed in 70.7 % with dental floss and in 61.1 % with MediFloss. No significant differences were found between the two systems. No significant differences were found between the two systems. The total score (maximum value 300; median and 95 % CI), i.e. the overall assessment of all parameters, was 200 (148;254) for habitual flossing and 191 (142;204) for MediFloss ($p = 0.038$). Only 10.5% of the test subjects achieved the maximum value, i.e. a completely correct application, while 2.6% achieved this with MediFloss.

The video instruction and practice phase led to a significant improvement in use for both flossing and MediFloss. The total score was now 283 (245;295) for dental floss and 270 (232;300) for MediFloss, with no significant difference between the systems ($p = 0.649$). The maximum score was achieved by 34.2 % of the test subjects with dental floss and 39.5 % with MediFloss.

The results of the study show a positive effect of using demo videos to teach oral hygiene behavior even after a single instruction. These or similar videos could therefore be used successfully as part of individual or group prophylaxis. However, MediFloss did not show an advantage over conventional dental floss, neither with habitual use nor after instruction.

Literatur

- Addy M, Renton-Harper P, Warren P, Newcombe RG. An evaluation of video instruction for an electric toothbrush. Comparative single-brushing cross-over study. *J. Clin. Periodontol.* 1999;26(5):289–93. doi:10.1034/j.1600-051x.1999.260505.x.
- Annett J. On knowing how to do things: a theory of motor imagery. *Cogn. Brain Res.* 1996;3(2):65–9. doi:10.1016/0926-6410(95)00030-5.
- Axelsson P, Nyström B, Lindhe J. The long-term effect of a plaque control program on tooth mortality, caries and periodontal disease in adults. Results after 30 years of maintenance. *J. Clin. Periodontol.* 2004;31(9):749–57. doi:10.1111/j.1600-051X.2004.00563.x.
- Axelsson Pea. Effect of controlled oral hygiene procedures on caries and periodontal disease in adults. *J. Clin. Periodontol.* 1978;5(2):133–51. doi:10.1111/j.1600-051x.1978.tb01914.x.
- Berchier CE, Slot DE, Haps S, van der Weijden GA. The efficacy of dental floss in addition to a toothbrush on plaque and parameters of gingival inflammation: a systematic review. *Int. J. Dent. Hyg.* 2008;6(4):265–79. doi:10.1111/j.1601-5037.2008.00336.x.
- Ericsson JS, Abrahamsson KH, Ostberg A-L, Hellström M-K, Jönsson K, Wennström JL. Periodontal health status in Swedish adolescents: an epidemiological, cross-sectional study. *Swed. Dent. J.* 2009;33(3):131–9.
- Ganss C, Schlueter N, Preiss S, Klimek J. Tooth brushing habits in uninstructed adults--frequency, technique, duration and force. *Clin. Oral Investig.* 2009;13(2):203–8. doi:10.1007/s00784-008-0230-8.
- Ganss C, Duran R, Winterfeld T, Schlueter N. Tooth brushing motion patterns with manual and powered toothbrushes-a randomised video observation study. *Clin. Oral Investig.* 2018;22(2):715–20. doi:10.1007/s00784-017-2146-7.
- Geurtsen W, Hellwig E, Klimek J. Kariesprophylaxe bei bleibenden Zähnen - grundlegende Empfehlungen. 2016. https://register.awmf.org/assets/guidelines/083-0211_S2k_Kariesprophylaxe_2017-03.pdf. Accessed 1 Dec 2024.
- Gibson JA. Plaque removal by the Bass and Roll brushing techniques. *J. Periodontol.* 1977;48(8):456–9. doi:10.1902/jop.1977.48.8.456.

- Glavind L. Evaluation of a television-tape demonstration for the reinforcement of oral hygiene instruction. *J. Clin. Periodontol.* 1986;13(3):201–4. doi:10.1111/j.1600-051x.1986.tb01460.x.
- Glavind L, Zeuner E, Attström R. Oral hygiene instruction of adults by means of a self-instructional manual. *J. Clin. Periodontol.* 1981;8(3):165–76. doi:10.1111/j.1600-051x.1981.tb02028.x.
- Graetz C, Bielfeldt J, Wolff L, Springer C, El-Sayed KMF, Sälzer S, et al. Toothbrushing education via a smart software visualization system. *J. Periodontol.* 2013;84(2):186–95. doi:10.1902/jop.2012.110675.
- Graziani F, Palazzolo A, Gennai S, Karapetsa D, Giuca MR, Cei S, et al. Interdental plaque reduction after use of different devices in young subjects with intact papilla: A randomized clinical trial. *Int. J. Dent. Hyg.* 2018;16(3):389–96. doi:10.1111/idh.12318.
- Hamlin JK, Hallinan EV, Woodward AL. Do as I do: 7-month-old infants selectively reproduce others' goals. *Dev. Sci.* 2008;11(4):487–94. doi:10.1111/j.1467-7687.2008.00694.x.
- Hammer GP, Du Prel J-B, Blettner M. Avoiding bias in observational studies: part 8 in a series of articles on evaluation of scientific publications. *Dtsch Arztebl Int.* 2009;106(41):664–8. doi:10.3238/arztebl.2009.0664.
- Harnacke D, Beldoch M, Bohn G-H, Seghaoui O, Hegel N, Deinzer R. Oral and written instruction of oral hygiene: a randomized trial. *J. Periodontol.* 2012;83(10):1206–12. doi:10.1902/jop.2012.110550.
- Honkala E, Nyssönen V, Knuutila M, Markkanen H. Effectiveness of children's habitual toothbrushing. *J. Clin. Periodontol.* 1986;13(1):81–5. doi:10.1111/j.1600-051x.1986.tb01418.x.
- Hujoel PP, Cunha-Cruz J, Banting DW, Loesche WJ. Dental flossing and interproximal caries: a systematic review. *J. Dent. Res.* 2006;85(4):298–305. doi:10.1177/154405910608500404.
- IDZ. Fünfte Deutsche Mundgesundheitsstudie (DMS V): Prävalenzen und Strukturen mundgesundheitslicher Risikofaktoren in den vier untersuchten Altersgruppen. Köln: Deutscher Zahnärzte Verlag DÄV; 2016.
- Jentsch HFR. Actual concepts for individual interdental biofilm removal. *Monogr. Oral Sci.* 2021;29:74–9. doi:10.1159/000510202.

- Jordan R. Fünfte Deutsche Mundgesundheitsstudie (DMS V) - Kurzfassung. 2016.
https://www.bzaek.de/fileadmin/PDFs/dms/Zusammenfassung_DMS_V.pdf.
 Accessed 08 Dec 2024
- Jordan R., Micheelis W. Fünfte Deutsche Mundgesundheitsstudie (DMS V). Köln:
 Deutscher Zahnärzte Verlag DÄV; 2016.
- Lang WP, Ronis DL, Farghaly MM. Preventive behaviors as correlates of periodontal health status. *J. Public Health Dent.* 1995;55(1):10–7. doi:10.1111/j.1752-7325.1995.tb02324.x.
- Lees A. A comparison between written, verbal, and videotape oral hygiene instruction for patients with fixed appliances. *J. Orthod.* 2000;27(4):323–8. doi:10.1093/ortho/27.4.323.
- Loe H, Theilade E, Jensen SB. Experimental gingivitis in man. *J. Clin. Periodontol.* 1965;36:177–87. doi:10.1902/jop.1965.36.3.177.
- Macgregor ID. Uninstructed toothbrushing behaviour in young adults in relation to cigarette smoking in Newcastle. *Community Dent. Oral Epidemiol.* 1984;12(6):358–60. doi:10.1111/j.1600-0528.1984.tb01471.x.
- Macgregor ID. Effect of filming on toothbrushing performance in uninstructed adults in north-east England. *Community Dent. Oral Epidemiol.* 1986;14(6):320–2. doi:10.1111/j.1600-0528.1986.tb01082.x.
- Mahajan N. Seven-Month-Old Infants selectively reproduce the goals of animate but not inanimate agents. *Infancy.* 2009;14(6):667–79. doi:10.1080/15250000903265184.
- Makuch A, Reschke K, Rupf S. Effective teaching of tooth-brushing to preschool children. *J. Dent. Child.* 2011;78(1):9–12.
- Mierau HD, Haubitz I, Völk W. Gewohnheitsmuster beim Gebrauch der Handzahnbürste. *Dtsch Zahnärztl Z.* 1989;44(11):836–41.
- Muller-Bolla M, Courson F. Toothbrushing: which methods to use? *Rev Odont Stomat.* 2011;40:239–60.
- Radentz WH, Barnes GP, Carter HG, Ailor JE, Johnson RM. An evaluation of two techniques of teaching proper dental flossing procedures. *J. Periodontol.* 1973;44(3):177–82. doi:10.1902/jop.1973.44.3.177.
- Radentz WH, Barnes GP, Kenigsberg HS, Carter HG. Teaching dental flossing to patients via television reinforced by individual instructions. *J. Periodontol.* 1975;46(7):426–9. doi:10.1902/jop.1975.46.7.426.

- Rateitschak. Parodontologie. Stuttgart: Georg Thieme Verlag; 2004.
- Renton-Harper P, Addy M, Warren P, Newcombe RG. Comparison of video and written instructions for plaque removal by an oscillating/rotating/reciprocating electric toothbrush. *J. Clin. Periodontol.* 1999;26(11):752–6. doi:10.1034/j.1600-051x.1999.t01-8-261101.x.
- Renton-Harper P, Addy M, Newcombe RG. Video instruction to establish a panel of experts to compare tooth cleaning by 4 electric toothbrushes. *J. Clin. Periodontol.* 2001;28(10):917–22. doi:10.1034/j.1600-051x.2001.028010917.x.
- Rich SK, Friedman JA, Schultz LA. Effects of flossing on plaque and gingivitis in third grade schoolchildren. *J. Public Health Dent.* 1989;49(2):73–7. doi:10.1111/j.1752-7325.1989.tb02029.x.
- Rimondini L, Zolfanelli B, Bernardi F, Bez C. Self-preventive oral behavior in an Italian university student population. *J. Clin. Periodontol.* 2001;28(3):207–11. doi:10.1034/j.1600-051x.2001.028003207.x.
- Roa López A, Moreu Burgos G, Aguilar Salvatierra A, Fernández Delgado J, Bravo M, González Jaranay M. Efficacy of dental floss with ellipsoidal knots vs conventional dental floss for plaque removal: A split-mouth randomized trial. *Int. J. Dent. Hyg.* 2021;19(2):209–14. doi:10.1111/idh.12473.
- Rugg-Gunn AJ. A survey of toothbrushing behaviour in children and young adults. *J. Periodontol. Res.* 1978;13(4):382–9. doi:10.1111/j.1600-0765.1978.tb00193.x.
- Rugg-Gunn AJ. Toothbrushing behaviour in relation to plaque and gingivitis in adolescent schoolchildren. *J. Periodontol. Res.* 1979;14(3):231–8. doi:10.1111/j.1600-0765.1979.tb00228.x.
- Sambunjak D, Nickerson JW, Poklepovic T, Johnson TM, Imai P, Tugwell P, Worthington HV. Flossing for the management of periodontal diseases and dental caries in adults. *Cochrane Database Syst. Rev.* 2011(12):CD008829. doi:10.1002/14651858.CD008829.pub2.
- Schlueter N, Klimek J, Saleschke G, Ganss C. Adoption of a toothbrushing technique: a controlled, randomised clinical trial. *Clin. Oral Investig.* 2010;14(1):99–106. doi:10.1007/s00784-009-0269-1.
- Schlueter N, Klimek J, Ganss C. Relationship between plaque score and video-monitored brushing performance after repeated instruction--a controlled, randomised clinical trial. *Clin. Oral Investig.* 2013;17(2):659–67. doi:10.1007/s00784-012-0744-y.

- Schmidt S-CV. Erlernbarkeit der Anwendung von Zahnseide. Med Diss Justus-Liebig-Universität Gießen; 2024.
- Schneider W. Controlled and automatic human information processing: I. Detection, search, and attention. *Psych. Rev.* 1977;84(1):1–66. doi:10.1037/0033-295X.84.1.1.
- Shea CH, Wright DL, Wulf G, Whitacre C. Physical and observational practice afford unique learning opportunities. *J. Mot. Behav.* 2000;32(1):27–36. doi:10.1080/00222890009601357.
- Sheiham A. Periodontal diseases in Europe. *Periodontol.* 2000. 2002;29:104–21. doi:10.1034/j.1600-0757.2002.290106.x.
- Slot DE, Dörfer CE, van der Weijden GA. The efficacy of interdental brushes on plaque and parameters of periodontal inflammation: a systematic review. *Int. J. Dent. Hyg.* 2008;6(4):253–64. doi:10.1111/j.1601-5037.2008.00330.x.
- Smolen P, Zhang Y, Byrne JH. The right time to learn: mechanisms and optimization of spaced learning. *Nat. Rev. Neurosci.* 2016;17(2):77–88. doi:10.1038/nrn.2015.18.
- Söderholm G, Nobréus N, Attström R, Egelberg J. Teaching plaque control. I. A five-visit versus a two-visit program. *J. Clin. Periodontol.* 1982;9(3):203–13. doi:10.1111/j.1600-051x.1982.tb02060.x.
- Tolvanen M, Lahti S, Hausen H. Changes in toothbrushing frequency in relation to changes in oral health-related knowledge and attitudes among children - a longitudinal study. *Eur. J. Oral Sci.* 2010;118(3):284–9. doi:10.1111/j.1600-0722.2010.00737.x.
- Imai, P.H. Hatzimanolakis, P. Interdental brush in Type I embrasures: examiner blinded randomized clinical trial of bleeding and plaque efficacy. *Can. J. Dent. Hyg.* 2010. <https://files.cdha.ca/profession/journal/2128.pdf>. Accessed 8 Dec 2024
- Weeks DL. The interaction of observational learning with overt practice: effects on motor skill learning. *Acta Psychol.* 2000;104(2):259–71. doi:10.1016/s0001-6918(00)00039-1.
- Winterfeld T. Toothbrushing and flossing habits in young adults : a video-based observational study. Med Diss, Justus-Liebig-Universität Gießen; 2014.
- Winterfeld T, Schlueter N, Harnacke D, Illig J, Margraf-Stiksrud J, Deinzer R, Ganss C. Toothbrushing and flossing behaviour in young adults--a video observation. *Clin. Oral Investig.* 2015;19(4):851–8. doi:10.1007/s00784-014-1306-2.
- Worthington HV, MacDonald L, Poklepovic Pericic T, Sambunjak D, Johnson TM, Imai P, Clarkson JE. Home use of interdental cleaning devices, in addition to

toothbrushing, for preventing and controlling periodontal diseases and dental caries.

Cochrane Database Syst. Rev. 2019;4(4):CD012018.

doi:10.1002/14651858.CD012018.pub2.

Yankell SL, Shi X, Emling RC. Efficacy and safety of BrushPicks, a new cleaning aid, compared to the use of Glide floss. *J. Clin. Dent.* 2002;13(3):125–9.

Yoder P, Symons F. Introduction and Measurement Context; *Observational Measurement of Behavior*. New York: Springer Pub; 2010a pp 7-16.

Yoder P, Symons F. Sampling Methods; *Observational Measurement of Behavior*. New York: Springer Pub; 2010b pp 53-71

Zollinger M, Houchens N, Chopra V, Clack L, Schreiber PW, Kuhn L, et al.

Understanding patient preference for physician attire in ambulatory clinics: a cross-sectional observational study. *BMJ Open.* 2019;9(5):e026009.

doi:10.1136/bmjopen-2018-026009.

Ehrenwörtliche Erklärung

„Hiermit erkläre ich, dass ich die vorliegende Arbeit selbständig und ohne unzulässige Hilfe oder Benutzung anderer als der angegebenen Hilfsmittel angefertigt habe. Alle Textstellen, die wörtlich oder sinngemäß aus veröffentlichten oder nichtveröffentlichten Schriften entnommen sind, und alle Angaben, die auf mündlichen Auskünften beruhen, sind als solche kenntlich gemacht. Bei den von mir durchgeführten und in der Dissertation erwähnten Untersuchungen habe ich die Grundsätze guter wissenschaftlicher Praxis, wie sie in der „Satzung der Justus-Liebig-Universität Gießen zur Sicherung guter wissenschaftlicher Praxis“ niedergelegt sind, eingehalten sowie ethische, datenschutzrechtliche und tierschutzrechtliche Grundsätze befolgt. Ich versichere, dass Dritte von mir weder unmittelbar noch mittelbar geldwerte Leistungen für Arbeiten erhalten haben, die im Zusammenhang mit dem Inhalt der vorgelegten Dissertation stehen, und dass die vorgelegte Arbeit weder im Inland noch im Ausland in gleicher oder ähnlicher Form einer anderen Prüfungsbehörde zum Zweck einer Promotion oder eines anderen Prüfungsverfahrens vorgelegt wurde. Alles aus anderen Quellen und von anderen Personen übernommene Material, das in der Arbeit verwendet wurde oder auf das direkt Bezug genommen wird, wurde als solches kenntlich gemacht. Insbesondere wurden alle Personen genannt, die direkt und indirekt an der Entstehung der vorliegenden Arbeit beteiligt waren. Mit der Überprüfung meiner Arbeit durch eine Plagiatserkennungssoftware bzw. ein internetbasiertes Softwareprogramm erkläre ich mich einverstanden.“

Ort/Datum

Unterschrift

Danksagung

Hier möchte ich allen beteiligten Personen meinen großen Dank aussprechen, die mich bei der Anfertigung meiner Dissertation unterstützt haben.

Mein besonderer Dank gilt Professor Dr. Carolina Ganss für die Unterstützung bei der Durchführung und Umsetzung der gesamten Arbeit. Außerdem meinem Studienfreund Mathis Kullmann.