

Dissertation

SimSAARlabim-Studie - Die Bedeutung von Zaubertricks für die Schmerz- und Stressreduktion bei Kindern

Kurztitel: SimSAARlabim Studie

Vorgelegt von:

Frau Jutta Teichfischer, geb. am 12.12.1988

Klinik für Kinder- und Jugendmedizin

Universitätsklinikum des Saarlandes

Betreuer: Dr. A. Nisius und Dr. M. Poryo

Doktorvater: Prof. Dr. S. Meyer

Klinikdirektor: Prof. Dr. M. Zemlin

Die SimSaarlabim-Studie wurde beim DRKS (Deutsches Register Klinische Studien) DRKS 00025832 registriert.

Die Ethikgenehmigung wurde von der Ethikkommission des Saarlandes, Saarbrücken, Deutschland, erteilt (Aktenzeichen: 72/21).

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung	5
Hintergrund	5
Zweck der Studie	5
Patienten und Methoden	5
Schlussfolgerungen	6
Schlüsselwörter	6
Summary /Abstract	7
Background	7
Study purpose	7
Patients and methods	7
Results	7
Conclusions	8
Keywords	8
Einleitung	9
Patienten und Methoden	13
Studienaufbau	13
Messungen der Herzfrequenz	14
Bewertung der Schmerzintensität	14
Speichelentnahme und Laboruntersuchungen	14
Statistische Auswertung	16
Ergebnisse	18
Diskussion	20
Schlussfolgerung	28
Quellenverzeichnis	31
Interessenkonflikt	35
Danksagung	36
Publikation	38
Anhang	39
Abbildungsverzeichnis	39
Ethikgenehmigung	46
Lebenslauf	48

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Studiendesign	39
Abbildung 2: Impfkalender der STIKO	40
Abbildung 3: Visuelle Analogskala	41
Tabelle 1: Patientenmerkmale	42
Tabelle 2: Speichelmerkmale	43
Tabelle 3/4: Ergebnisse der univariaten linearen Regressionsanalyse	44/45

Zusammenfassung

Hintergrund

Die Impfung ist eine wichtige präventive medizinische Maßnahme, aber Angst vor der Nadel und Schmerzen bei der Injektion können zu einer relevanten Impfmüdigkeit führen.

Während die Verabreichung von Analgetika selbst mit Nebenwirkungen verbunden sein kann, stellen nicht-pharmakologische Interventionen ein leicht verfügbares Mittel dar, um die mit der Impfung verbundenen Schmerzen und den Stress zu lindern.

Zweck der Studie

Bewertung der Rolle von Zaubertricks - kein Trick vs. ein Trick ("verschwindendes Taschentuch") vs. drei Tricks ("verschwindendes Taschentuch", "springender Gummibandtrick" und "verschwindender Ringtrick") - die von einem professionellen Zauberkünstler und einem Kinderarzt während einer Routineimpfung durchgeführt wurden, bei der Verringerung von Unbehagen/Schmerzen und der Stressreaktion (Herzfrequenz, visuelle Analogskala (VAS) und Biomarker (Cortisol, Immunglobulin A (IgA), α -Amylase und Gesamtproteinkonzentration im Speichel vor und nach der Impfung).

Patienten und Methoden

Randomisierte kontrollierte Studie (RCT) an gesunden Kindern im Alter von 6-11 Jahren, die sich einer ambulanten Routineimpfung unterzogen.

Ergebnisse: 50 Kinder (26 weiblich) wurden eingeschlossen (kein Trick: n=17, 1 Trick: n=16, 3 Tricks: n=17) mit einem Durchschnittsalter von 6,9 Jahren (Bereich: 5,3-10,8 Jahre).

Wir konnten keine signifikanten Unterschiede zwischen den drei Gruppen hinsichtlich ihrer Stressreaktion (Herzfrequenz vor und nach der Impfung sowie Cortisol-, IgA-, α -Amylase- und Gesamtproteinkonzentrationen im Speichel vor und nach der Impfung) oder hinsichtlich der Schmerzbewertung anhand der VAS feststellen.

Schlussfolgerungen

Obwohl Kinder, die sich einer ambulanten Routineimpfung unterziehen, die Anwesenheit eines Zauberers zu genießen schienen, zeigte die gleichzeitige Vorführung von Zaubertricks keine signifikante Auswirkung auf die Stressreaktion, möglicherweise aufgrund eines bereits niedrigen Stressniveaus vor der eigentlichen Impfprozedur.

Schlüsselwörter

Impfung - Kinder - Pädiatrie - Schmerz - Impffreude - Zaubertricks - Zauberer

Summary /Abstract

Background

Vaccination is an essential preventative medical intervention, but needle fear and injection pain may result in vaccination hesitancy.

Study purpose

To assess the role of magic tricks - no trick vs. one trick ("disappearing handkerchief trick") vs. three tricks ("disappearing handkerchief trick", "jumping rubber band trick", and "disappearing ring trick") - performed by a professional magician and pediatrician during routine vaccination in reducing discomfort/pain and the stress response (heart rate, visual analogue scale (VAS), and biomarkers (cortisol, Immunoglobulin A (IgA), α -amylase, and overall protein concentration in saliva before and after vaccination).

Patients and methods

Randomized controlled trial (RCT) in healthy children aged 6-11 years undergoing routine vaccination in an outpatient setting.

Results

50 children (26 female) were enrolled (no trick: n = 17, 1 trick: n = 16, 3 tricks: n = 17) with a median age of 6.9 years (range: 5.3-10.8 years).

We detected no significant differences among the three groups in their stress response (heart rate before and after vaccination and cortisol, IgA, α -amylase, and overall protein concentrations in saliva before and after vaccination) or regarding pain assessment using the VAS.

Conclusions

Although children undergoing routine outpatient vaccination appeared to enjoy a magician's presence, the concomitant performance of magic tricks revealed no significant effect on the stress response, possibly due to an already low stress level prior to the actual immunisation procedure.

Keywords

Children - Magic tricks - Magician - Pain – Pediatric – Vaccination - Vaccination hesitancy.

Einleitung

Impfungen gehören zu den wichtigsten und wirksamsten präventiven Maßnahmen, die in der Medizin zur Verfügung stehen.

Ziel der Impfungen ist es, die Geimpften vor ansteckenden Krankheiten zu schützen.

Sie schützen zudem ungeimpfte Kontaktpersonen und helfen, regionale Ausbrüche zu verhindern oder zu begrenzen.

Deshalb sind Impfungen von größter Bedeutung für das öffentliche Gesundheitswesen.

Bei Erreichen hoher Impfquoten ist es möglich, einzelne Krankheitserreger regional zu eliminieren und schließlich weltweit auszurotten.

In Deutschland besteht zwar zum aktuellen Zeitpunkt keine allgemeine Impfpflicht, dennoch gehören Impfungen zu den standardmäßig durchgeführten medizinischen Eingriffen, mit besonderer Häufung im Kindes- und Jugendalter.

Hierbei orientieren sich Auswahl und Zeitpunkt der durchgeführten Impfungen grundsätzlich am aktuellen Impfkalender der STIKO (ständige Impfkommission) (Abbildung 2).

So beginnt die Grundimmunisierung in der Regel mit dem zweiten Lebensmonat und endet im Laufe des zweiten Lebensjahres.

Im Anschluss daran erfolgen in regelmäßigen Abständen Auffrischimpfungen.

Des Weiteren kommen im Bedarfsfall Reise- oder Indikationsimpfungen hinzu.

Somit sind Impfungen medizinische Eingriffe, mit welchen sich Patienten Zeit ihres Lebens immer wieder konfrontiert sehen.

Bis dato konnte kein Verfahren entwickelt werden, mit dem Impfstoffe ohne Injektion verabreicht werden können (Ausnahmen sind hier lediglich wenige Impfstoffe, wie zum Beispiel die Schluckimpfung gegen Rotaviren sowie ein nasal zu verabreichender Influenza-Impfstoff).

Die Impfung ist der häufigste schmerzhafteste Eingriff, dem sich gesunde Kinder und Jugendliche unterziehen müssen.

Ein gewisses Maß an Stress und Schmerzen durch Nadelstiche bei Routineimpfungen gehört somit zu den Erfahrungswerten eines jeden geimpften Kindes.

Obgleich die Impfung eine wichtige präventive medizinische Maßnahme darstellt, die vor potenziell tödlichen Erkrankungen schützen kann, können die Angst vor der Nadel und Schmerzen bei der Injektion zu zurückhaltendem oder gar verweigerndem Verhalten gegenüber Impfungen führen.

Langfristig kann sich aus solchen negativen Erfahrungen sogar eine Nadelphobie entwickeln, die wiederum eine Impfmüdigkeit und den Ausbruch vermeidbarer Krankheiten auslösen kann [1].

Angst vor der Nadel und negative Einstellungen können fortbestehen und tragen erheblich zur Non-Compliance im Erwachsenenalter bei.

Da Erwachsene ihre Ängste auch auf ihre Kinder übertragen können, wirkt sich dies zudem negativ auf die nächste Generation aus.

Die (Strategic Advisory Group of Experts on Immunization) SAGE Working Group on Vaccine Hesitancy kam zu dem Schluss, dass Impfverweigerung eine "Verzögerung bei der Akzeptanz oder Ablehnung von Impfungen trotz der Verfügbarkeit von Impfdiensten" darstellt [2].

Die Verringerung der Angst vor Nadeln ist daher eine wesentliche Voraussetzung für die erfolgreiche Durchführung groß angelegter Impfprogramme.

Obwohl es eine Fülle von evidenzbasierten pharmakologischen und nicht-pharmakologischen Interventionen zur Linderung von Angst und Schmerzen bei schmerzhaften Verfahren wie Impfungen gibt [3], werden diese Interventionen in der klinischen Routine nur unzureichend eingesetzt, und nur wenige Fachleute haben diese Methoden tatsächlich in den klinischen Alltag integriert.

Um Schmerzen zu reduzieren und die Impferfahrung angenehmer zu gestalten, können zum Beispiel Analgetika oder lokale Anästhetika angewendet werden.

Die möglicherweise unangenehme Atmosphäre während der Impfprozedur kann dadurch jedoch nicht unbedingt verhindert werden.

Während die Verabreichung von Analgetika zudem selbst mit Nebenwirkungen verbunden sein kann, stellen nicht-pharmakologische Interventionen ein leicht verfügbares Mittel dar, um die mit der Impfung verbundenen Schmerzen und den Stress zu lindern, ohne das Risiko von unerwünschten Nebenwirkungen.

Unter nicht-pharmakologischer Analgesie versteht man den Einsatz von prophylaktischen und ergänzenden Maßnahmen, die darauf abzielen, Schmerzen ohne den Einsatz von Medikamenten zu lindern.

Die Wirkmechanismen dieser Interventionen sind heterogen.

Einige induzieren die Freisetzung körpereigener Endorphine, andere aktivieren bestimmte Neuropeptidsysteme mit dem Ziel, die Wirkung körpereigener Opiate zu verstärken, und wieder andere zielen auf eine Ablenkung vom Schmerz ab.

Die heutzutage am häufigsten angewandten nicht-pharmakologischen Methoden zur Linderung von Schmerzen während der Impfung sind Stillen und Ablenkungsmaßnahmen [4].

Ablenkung ist eine Methode, bei der eine Betreuungsperson (Eltern, Krankenschwester, Arzt, Zauberer) einer Untersuchung oder einem Verfahren beiwohnt, die das Kind als "bedrohlich" empfindet, um die natürlichen Bewältigungsfähigkeiten des Kindes zu unterstützen oder dem Kind zu helfen, sich zu entspannen, indem es seine Aufmerksamkeit auf etwas anderes als den medizinischen Eingriff richtet.

Psychologische Maßnahmen wie die Ablenkung der Aufmerksamkeit auf prozedurunabhängige Aktivitäten können also der Schmerz- sowie Stressreduktion dienlich sein, und somit die Erinnerung an Impfvorgänge und Arztkontakte positiv prägen.

Eine solche prozedurunabhängige Aktivität kann beispielsweise die Vorführung kindgerechter Zaubertricks sein.

Soweit uns bekannt ist, gibt es bisher keinen veröffentlichten Bericht, der die Rolle von Zaubertricks eines professionellen Zaubers bei der Verringerung der "Stressreaktion" im Zusammenhang mit schmerzhaften Eingriffen, einschließlich Routineimpfungen bei Kindern, untersucht hat.

Ziel dieser randomisierten, kontrollierten Studie war es daher, zu untersuchen, ob die gleichzeitige Vorführung von Zaubertricks die "Stressreaktion" bei Kindern im Alter von 6 bis 11 Jahren, die sich ambulanten Routineimpfungen unterziehen müssen, verringern würde, und somit den objektiven sowie subjektiven Effekt einer solchen Maßnahme auf Schmerz- und Stresslevel der zu impfenden Probanden zu überprüfen.

Patienten und Methoden

Studienaufbau

Gesunde Studienteilnehmer (6 - 11 Jahre) ohne chronische Erkrankungen wurden gemäß den Empfehlungen der STIKO (Ständige Impfkommission, Robert Koch-Institut, Berlin, Deutschland) geimpft oder erhielten eine Grippeimpfung bei ihrem Kinderarzt.

Die Studienteilnehmer wurden in drei Gruppen eingeteilt:

Gruppe 1 sah während der Impfung einen Zaubertrick ("Der verschwindende Lappen/Taschentuch-Trick" (<https://www.youtube.com/watch?v=cgaX6qQ3Chc>)).

Gruppe 2 sah drei Zaubertricks ("Der verschwindende Lappen/Taschentuch-Trick", "Der springende Gummiband-Trick" (https://www.youtube.com/watch?v=TF-05tb_gck)), und "der verschwindende Ringtrick" (<https://www.youtube.com/watch?v=WAaEQV-Rxp0>)) vor, während und nach der Impfung).

Gruppe 3 diente als Kontrollgruppe, da sie keine Zaubertrickvorführung sah (Abbildung 1).

Die SimSAARlabim-Studie wurde in Übereinstimmung mit der Deklaration von Helsinki konzipiert und durchgeführt und von der regionalen Ethikkommission des Saarlandes, Saarbrücken, Deutschland, genehmigt (Aktenzeichen 72/21).

Vor der Impfung wurde eine schriftliche Einverständniserklärung der Eltern oder Erziehungsberechtigten eingeholt.

Ausgeschlossen wurden Versuchspersonen im Alter < 6 Jahre und > 11 Jahre, Patienten mit fehlender schriftlicher Einverständniserklärung der Eltern/Erziehungsberechtigten und/oder Patienten nach Einnahme von Schmerzmitteln < 8 Stunden vor der Impfung.

Alle erhobenen Daten wurden pseudonymisiert.

Die SimSAARlabim-Studie ist beim Deutschen Register für Klinische Studien registriert (DRKS-ID: DRKS00025832).

Messungen der Herzfrequenz

Die Herzfrequenz wurde jeweils 5 Minuten vor und nach der Impfung gemessen.

Bewertung der Schmerzintensität

Die subjektive Schmerzintensität wurde anhand der standardisierten visuellen Analogskala (VAS) bewertet (Abbildung 3).

Um Verzerrungen in der Schmerzwahrnehmung zu vermeiden, wurden in diese Studie nur Kinder aufgenommen, die mindestens 8 Stunden vor der Impfung keine Schmerzmittel eingenommen hatten.

Speichelentnahme und Laboruntersuchungen

Speichel wurde mit der Saugrolle Salivette® cortisol (51.1534.500, Sarstedt, Numbrecht, Deutschland) gemäß den Anweisungen des Herstellers gesammelt.

Die Speichelproben wurden jeweils 5 Minuten vor und nach der Impfung entnommen.

Die Teilnehmer hielten eine Salivette 2 Minuten lang mit leichten Kieferbewegungen im Mund, um den Speichelfluss anzuregen.

Um eine Speichelkontamination zu vermeiden, wurden die Teilnehmer gebeten, mindestens 60 Minuten vor der Probenahme keine festen oder flüssigen Nahrungsmittel zu sich zu nehmen, keinen Kaugummi zu kauen und sich nicht die Zähne zu putzen.

Die Speichelproben wurden bis zu fünf Tage bei 4 °C in der Kinderarztpraxis gelagert und anschließend bei 1000 × g für 2 Minuten bei Raumtemperatur in der Abteilung für Allgemeine Pädiatrie und Neonatologie, Homburg, Deutschland, zentrifugiert.

Die Speichelproben wurden bis zur Analyse bei -20 °C gelagert. Für die Aufbereitung der Probe wurden mindestens 200 µL Speichel benötigt.

Stressassoziierte Proteine wurden mit Enzymimmunoassays der IBL International GmbH, Hamburg, Deutschland, quantifiziert.

Kryokonservierte Speichelproben wurden eingefroren/aufgetaut und für die quantitative Analyse von freiem Cortisol (RE52611), α -Amylase-Aktivität (RE80111) und IgA (DM59171) vorbereitet.

Die Gesamtproteinkonzentration der Speichelproben wurde mit dem Pierce™ BCA Protein Assay Kit (ThermoScientific™, Waltham, MA, USA) quantifiziert.

Alle Analysen wurden gemäß der Gebrauchsanweisung des Herstellers durchgeführt. Die Absorption wurde mit dem Mikroplatten-Reader Infinite M Plex® (Tecan Trading AG; Männedorf, Schweiz) gemessen.

Statistische Auswertung

Unser primärer Ergebnisparameter war ein Rückgang der VAS um eins (z. B. von 7 (Kontrollgruppe) auf 6 (zwei Interventionsgruppen mit einem und drei Zaubertricks)).

Eine Gruppenstichprobengröße von 21 ist erforderlich, um eine Stärke von 81,50 % zu erreichen, um die Nullhypothese gleicher Mittelwerte zu widerlegen, wenn der Mittelwertunterschied in der Population $\mu_1 - \mu_2 = 7,0 - 6,0 = 1,0$ mit einer Standardabweichung für beide Gruppen von 1,0 und einem Signifikanzniveau (Alpha) von 0,025 unter Verwendung eines zweiseitigen t-Tests mit gleicher Varianz ist.

Bei einer Abbrecherquote von 20 - 25 % war eine Stichprobengröße von 27 (je Gruppe) erforderlich.

Die statistische Analyse wurde mit IBM SPSS Statistics (IBM Corp. Freigegeben 2021. IBM SPSS Statistics für Macintosh, Version 29.0.0.0. Armonk, NY: IBM Corp).

Die quantitativen Daten wurden mit dem Shapiro-Wilk-Test auf Normalverteilung untersucht. Im ersten Schritt wurden die Gesamtunterschiede zwischen den drei Studiengruppen anhand verschiedener statistischer Tests bewertet:

Kruskal-Wallis-Test für nicht-metrische oder nicht-normalverteilte Variablen (z. B. Konzentration spezifischer oder gesamter Proteine), Varianzanalyse für metrische, normalverteilte Variablen (z. B. Herzfrequenz vor/nach den Interventionen) und Chi-Quadrat-Test/Fisher's Exact-Test für nominale Variablen.

Im zweiten Schritt untersuchten wir mit Hilfe einer univariaten linearen Regressionsanalyse den Effekt der vordefinierten Kontraste zwischen den drei Studiengruppen [Kontrast eins: kein Zaubertrick vs. (ein Zaubertrick & drei Zaubertricks); Kontrast zwei: ein Zaubertrick vs.

drei Zaubertricks] auf die Schmerzbeurteilung anhand der VAS und die Stressreaktionsparameter (Herzfrequenz nach der Impfung, Cortisol-, IgA-, α -Amylase- und Gesamtproteinkonzentrationen nach der Impfung) unter zusätzlicher Berücksichtigung der ursprünglichen Stressreaktionsparameter.

Die Daten unserer Studie wurden auf einer Intention-to-treat-Basis analysiert.

Ergebnisse

Wir untersuchten zwischen 07/2021 und 05/2023 insgesamt 65 Kinder auf ihre Eignung.

15 Patienten mussten anschließend aus verschiedenen Gründen aus der Studie ausgeschlossen werden (11 Patienten erschienen nicht zu ihrem Termin, 3 hatten keine elterliche Zustimmung, 1 anderer Grund).

Letztendlich wurden 50 Kinder (26 weiblich, 24 männlich) in die SimSAARlabim-Studie aufgenommen (Abbildung 1), die im Median 6,9 Jahre alt waren (Bereich: 5,3 - 10,8 Jahre).

Die Patienten wurden wie folgt auf die Studiengruppen randomisiert:

kein Trick: n=17, 1 Trick: n=16 und 3 Tricks: n=17.

Wie in Tabelle 1 dargestellt, gab es keine statistisch signifikanten Unterschiede zwischen den drei Gruppen in Bezug auf relevante demographische Daten der Patienten, einschließlich der Art der Impfung.

Außerdem unterschieden sich die drei Gruppen auch nicht signifikant in ihrer Schmerzbewertung anhand der VAS (Tabelle 1) oder in ihren Stressreaktionen (Herzfrequenz vor und nach der Impfung sowie Cortisol-, IgA-, α -Amylase- und Gesamtproteinkonzentrationen im Speichel vor und nach der Impfung) (Tabelle 2).

Auch ihre Speichelproben zeigten keine signifikanten Unterschiede (Tabelle 2).

Wie in Tabelle 3 und 4 dargestellt, konnte die univariate lineare Regressionsanalyse keinen signifikanten Einfluss zwischen den spezifischen Bedingungen unserer drei Studiengruppen - kein Trick vs. 1 oder 3 Tricks sowie 1 Trick vs. 3 Tricks - auf die Schmerzbeurteilung mittels

VAS und die Stressreaktionsparameter (Herzfrequenz nach der Impfung sowie Cortisol-, IgA, α -Amylase- und Gesamtproteinkonzentrationen nach der Impfung) zeigen.

Die Stressreaktionsparameter vor der Impfung zeigten einen signifikanten Einfluss auf die Stressreaktionsparameter nach der Impfung (Tabellen 3 und 4): Herzfrequenz ($b = 0,48$), Cortisol ($b = 0,93$), IgA ($b = 1,12$), α -Amylase ($b = 0,87$) und Gesamtprotein ($b = 0,78$).

Darüber hinaus erwies sich die Gesamtproteinkonzentration vor der Impfung als unabhängige Einflussgröße auf die IgA- und α -Amylasekonzentration nach der Impfung ($b = 0,05$ und $b = 0,11$) (Tabelle 4).

Umgekehrt waren die IgA- und α -Amylase-Konzentrationen vor der Impfung offenbar signifikante unabhängige Einflussgrößen auf die Gesamtproteinkonzentration nach der Impfung ($b = 7,67$ und $b = 2,9$) (Tabelle 4).

Diskussion

In dieser prospektiven RCT konnten wir nicht nachweisen, dass die Vorführung von Zaubertricks (ein oder drei im Vergleich zu keinem Zaubertrick) einen klinisch signifikanten Einfluss auf die Stressreaktion im Zusammenhang mit Routineimpfungen bei Kindern im Alter von 6 bis 11 Jahren hat.

Unsere umfassende Bewertung der Stressreaktion in unserer Studienkohorte umfasste ein Selbstbeurteilungsinstrument (VAS), einen leicht verfügbaren physiologischen Parameter (Herzfrequenz) und biochemische Parameter (Cortisol, IgA, α -Amylase und Gesamtproteinkonzentrationen im Speichel).

Aufgrund der schleppenden Rekrutierung während der Covid-19-Pandemie - wie in anderen Studien beschrieben [5] - haben wir die Rekrutierung von Patienten gestoppt, sobald wir 50 Kinder aufgenommen hatten.

Obwohl es uns nicht gelang, so viele Patienten in die Studie einzuschließen, wie in unserem statistischen Analyseplan vorgesehen, ist es angesichts unserer "vorläufigen"

Studienergebnisse höchst unwahrscheinlich, dass eine Fortsetzung der Studie zu statistisch signifikanten Unterschieden zwischen diesen drei Gruppen geführt hätte.

Stress kann durch innere und äußere Einflüsse auf ein Individuum ausgelöst werden, wenn das homöostatische Gleichgewicht gestört ist.

Maßgeblich für die Auswertung dieser Studie war die Objektivierung der Stressreaktion der Probanden hinsichtlich der Impfprozedur.

Umweltbedingter, sozialer und psychologischer Stress, der viele negative Auswirkungen auf den Organismus hat, kann durch die Messung verschiedener Biomarker überwacht werden [6-9].

Zu den weithin anerkannten physiologischen Biomarkern für Stress gehören die Atemfrequenz, die Körperkerntemperatur, der Blutdruck und der Puls [6-9].

Die in dieser Studie herangezogene Messung der Herzfrequenz ist ein wichtiger Indikator für Stress und stellt hinsichtlich des Alters der Probanden eine geeignete, schnell verfügbare, nicht invasive und nicht schmerzhafteste Messmethode dar.

Sowohl der psychologische Stress als auch die physiologische Reaktion auf Schmerz, wie bei schmerzhaften Injektionen, können signifikante Veränderungen in der Herzfrequenz verursachen.

Die Erhöhung der Herzfrequenz bei schmerzhaften Injektionen oder allgemein bei Schmerz ist eine physiologische Reaktion, die durch die Aktivierung des autonomen Nervensystems verursacht wird.

Bei Schmerz oder Stress reagiert der Körper durch Aktivierung des autonomen Nervensystems.

Die sympathische Aktivierung führt unter anderem zur Freisetzung von Katecholaminen (Adrenalin, Noradrenalin) aus den Nebennieren, welche wiederum eine Erhöhung der Herzfrequenz bewirkt. Diese Zunahme der Herzfrequenz hilft, den Blutfluss zu

beschleunigen und sicherzustellen, dass Sauerstoff und Nährstoffe schnell zu den lebenswichtigen Organen und Muskeln gelangen.

Neben der hormonellen Wirkung auf das Herz gibt es auch direkte sympathische Nervenbahnen zum Herzen, die bei Aktivierung die Herzfrequenz erhöhen. Diese direkte Stimulation sorgt für eine unmittelbare Reaktion des Herzens auf Schmerz oder Angst.

Gleichzeitig mit der Aktivierung des sympathischen Nervensystems wird die Aktivität des parasympathischen Nervensystems reduziert. Da das parasympathische System dazu beiträgt, die Herzfrequenz zu senken, führt eine Verringerung seiner Aktivität zu einem weiteren Anstieg der Herzfrequenz.

Diese kombinierte Wirkung von erhöhter sympathischer Aktivität und verminderter parasympathischer Aktivität führt zu einem Anstieg der Herzfrequenz als Reaktion auf Schmerz oder Stress, wie es bei schmerzhaften Injektionen der Fall ist [21].

Abgesehen von der Messung physiologischer Parameter kann das Stressniveau auch durch biochemische Biomarker in Blut und Speichel bestimmt werden.

Speichel ist eine geeignete Bioprobenquelle für die Untersuchung von Stress, da es solide Belege für eine starke Korrelation zwischen dem Stressniveau und den Werten zahlreicher Speichelproteine gibt [7, 10, 11].

Nicht-invasive Speichel-Biomarker wie Cortisol, Speichel-A-Amylase und Immunglobuline scheinen unter anderem für Kinder gut geeignet zu sein, da die Speichelentnahme schmerzfrei ist und eine starke Korrelation zwischen körperlichen Stresswerten und den Werten vieler Speichelproteine besteht [7, 10, 11].

Der Hormonspiegel kann jedoch bei Kindern in verschiedenen Entwicklungsstadien und bei unterschiedlichen Gesundheitszuständen variieren [10], weshalb die Teilnahme an der Studie auf die beschriebene Altersgruppe beschränkt wurde.

Das Hormon Cortisol, das als Reaktion auf verschiedene Stresssituationen ins Blut ausgeschüttet wird, sowie die Aktivierung der HPA-Achse sind zwei der wichtigsten Stressmarker.

Die Cortisolwerte im Blut und im Speichel korrelieren recht eng miteinander. In ähnlicher Weise gilt die Alpha-Amylase im Speichel als Biomarker für sympathische Stimuli [7].

Biomarker im Speichel wurden umfassend als Indikatoren für Stress erforscht.

Verschiedene Studien haben die Bedeutung von Biomarkern wie Cortisol, Alpha-Amylase und anderen in Bezug auf die Stresserkennung bereits hervorgehoben.

Cortisol im Speichel ist ein häufig genutzter Biomarker für psychologischen Stress.

Dieser Biomarker spielt eine Schlüsselrolle im hypothalamisch-hypophysär-adrenalen Achsenmechanismus, der durch psychologischen Stress aktiviert wird [22].

Der Cortisolspiegel im Speichel ändert sich durch eine Kaskade von Ereignissen, die in der hypothalamisch-hypophysär-adrenalen (HPA) Achse stattfinden.

Der Hypothalamus setzt infolge der Erkennung eines Schmerzreizes (psychischer oder physischer Stress) Corticotropin-Releasing-Hormon (CRH) frei, welches wiederum die Hypophyse zur Ausschüttung des adrenocorticotropen Hormons (ACTH) in den Blutkreislauf stimuliert.

ACTH gelangt zu den Nebennieren, wo es die Freisetzung des Glucocorticoids Cortisol bewirkt.

Cortisol zirkuliert im Blut, sowohl in freier als auch in gebundener Form. Nur das freie Cortisol, das nicht an Proteine gebunden ist, kann in den Speichel gelangen.

Der Prozess, durch den Cortisol aus dem Blut in den Speichel gelangt, wird durch passive Diffusion bestimmt. Das heißt, das Cortisolniveau im Speichel spiegelt die Menge des freien, aktiven Cortisols im Blut wider.

Da Speichel leicht zu sammeln ist, bietet die Messung von Cortisol im Speichel eine praktische und nicht-invasive Methode zur Bestimmung der HPA-Achsenaktivität in Reaktion auf Stress.

Abgesehen von der situativen Schwankung der Konzentration existiert jedoch auch eine tageszeitabhängige Veränderung.

Auch die Alpha-Amylase (sAA) hat sich als nützlicher Indikator für psychosozialen Stress erwiesen. sAA spiegelt die Aktivität des sympathoadrenomedullären Systems wider und korreliert signifikant mit dem State Anxiety Inventory Score unter mentalem Stress [23].

Die Aktivierung des sympathischen Nervensystems führt zur Freisetzung von Adrenalin und Noradrenalin aus dem Nebennierenmark in den Blutkreislauf, wodurch auch die Speicheldrüsen stimuliert werden, mehr Alpha-Amylase in den Speichel zu sezernieren. Somit kann dieses Enzym auch als Indikator für die sympathische Aktivität fungieren.

sAA reagiert typischerweise schnell auf Stressreize, was bedeutet, dass Veränderungen in den sAA-Spiegeln kurze Zeit nach dem Stressereignis beobachtet werden können.

Die Messung von Alpha-Amylase im Speichel bietet somit ebenfalls eine praktische und nicht-invasive Methode zur Bewertung der Aktivität des sympathoadrenomedullären Systems als Reaktion auf akuten Stress.

Im Gegensatz zu Cortisol, das die Aktivität der HPA-Achse widerspiegelt und typischerweise mit einer Verzögerung auf Stress reagiert, zeigt sAA schnelle Veränderungen in Reaktion auf stressauslösende Ereignisse, was es zu einem wertvollen Biomarker für die Erforschung der sofortigen Stressreaktionen des Körpers macht [24].

Immunglobulin A (IgA) ist das vorherrschende Immunglobulin in den Schleimhäuten des Gastrointestinaltrakts, der Atemwege und des Urogenitaltraktes. Es ist auch in Körperflüssigkeiten wie Speichel, Tränen und Milch vorhanden. Neben seiner Rolle in der Immunabwehr wird IgA zunehmend im Zusammenhang mit Stressreaktionen untersucht. Hier zeigt sich, dass psychologischer Stress die Konzentration und Sekretion von IgA im Speichel beeinflussen kann.

Die oben genannte Aktivierung der hypothalamisch-hypophysär-adrenalen (HPA) Achse und des sympathoadrenomedullären (SAM) Systems und die resultierende Ausschüttung von Stresshormonen führt zu einer Beeinträchtigung der Immunglobulinsekretion und damit zu einer geringeren Immunglobulinkonzentration (z. B. von IgA) in den Körperflüssigkeiten [7], sodass auch dieser nicht-invasiv zu messende Parameter sich zur Objektivierung von Stressreaktionen eignet.

Abgesehen von diesen objektivierbaren Parametern wurde zudem eine subjektive Bewertung der Schmerz-/Stressintensität zur Auswertung verwendet.

Hierzu diente die visuelle Analogskala (VAS) (Abbildung 3).

Die Kinder wurden nach Abschluss der Impfprozedur gebeten, auf der Skala den Gesichtsausdruck zu markieren, der ihrer Empfindung entspricht.

Dieser wurde anschließend in einen numerischen Wert umgerechnet, der für die Auswertung genutzt werden konnte.

Die VAS ist anschaulich und intuitiv, was sie für Kinder leicht verständlich macht, zumal Kinder je nach Alter, kognitivem und sprachlichem Entwicklungsstand Schwierigkeiten haben können, ihre Empfindungen in Worten auszudrücken. Sie ermöglicht es Kindern, ihre Gefühle präzise und auf eine für sie verständliche Weise festzulegen.

Es gibt nun verschiedene pharmakologische und nicht-pharmakologische Interventionen zur Verringerung dieser Stressreaktion und der Schmerzen im Zusammenhang mit Routineimpfungen und schmerzhaften Verfahren bei Kindern [6].

Nicht-pharmakologische Interventionen standen im Mittelpunkt verschiedener Studien [12-15], in denen deren Eignung zur Verringerung der Angst von Kindern vor zahnärztlichen Eingriffen untersucht wurde, darunter auch die Vorführung von Zaubertricks, die zu einer besseren Kooperation bei pädiatrischen Patienten führte [16].

Eine Möglichkeit der Ablenkung von stressinduzierenden Situationen durch psychologische Einflussnahme auf die Patienten ist also die Magie. Die Magie beruht auf den Grundprinzipien der Wahrnehmung, der Täuschung und der Psychologie [4].

Indem sie verstehen, wie das menschliche Gehirn Informationen verarbeitet, finden Magier kreative Wege, um unsere Wahrnehmung zu manipulieren.

Da sich die Gesundheitsfürsorge um das Funktionieren von Geist und Körper dreht, gibt es mehrere Möglichkeiten, wie Magie klinisch angewendet werden kann.

Während die Magie eine weit verbreitete Form der Unterhaltung oder des Zeitvertreibs ist, war es das Ziel dieser Studie, zu untersuchen, ob die Vorführung von Zaubertricks die

Stressreaktion im Zusammenhang mit Routineimpfungen bei Kindern im Alter von 6 bis 11 Jahren wirksam abschwächt.

Die meisten Kinder haben von Natur aus Angst vor Nadeln, und geben an, dass die Angst vor der Nadel und die Schmerzen bei der Injektion der schlimmste Teil der Impfung sind [17]. Schmerzen bei der Injektion oder Angst vor Nadeln sind relevante Hindernisse für Impfungen bei Kindern, die mehr Aufmerksamkeit verdienen.

Obwohl eine Vielzahl von evidenzbasierten Maßnahmen zur Linderung von Angst und Schmerzen bei Impfungen zur Verfügung steht, werden diese in der klinischen Praxis kaum eingesetzt [17].

Unsere RCT weist zweifelsohne einige wichtige Mängel auf.

Erstens konnten wir, wie bereits erwähnt, aufgrund der schleppenden Studienaufnahme infolge der Covid-19-Sperre und der damit verbundenen Einschränkungen nicht alle 81 Studienteilnehmer aufnehmen, und die Rekrutierung der Studie wurde nach der Aufnahme von 50 Kindern eingestellt.

Zweitens konnten wir zwar keine Auswirkungen auf die Stressreaktion selbst feststellen, doch können wir eine positive Wirkung von Zaubertricks auf die allgemeine Akzeptanz von Impfungen bei Kindern nicht mit Sicherheit ausschließen.

Die Verwendung anderer Biomarker (z. B. Katecholamine [18, 19]) wäre möglicherweise besser geeignet gewesen, um Veränderungen in der Stressreaktion festzustellen, aber eine Probenahme (intravenös, Urin) wäre in dieser Kohorte von Kleinkindern nicht durchführbar gewesen.

Schlussfolgerung

In der Pädiatrie können verschiedene nicht-pharmakologische Interventionen eingesetzt werden, um Schmerzen im Zusammenhang mit akut schmerzhaften Eingriffen zu lindern, aber die vorhandene Literatur über die nicht-pharmakologische Behandlung von akuten Schmerzen im Kindesalter weist erhebliche Lücken auf [20].

Soweit wir wissen, wurde in keiner RCT vor unserer Studie die Bedeutung von Zaubertricks für die Linderung der Stressreaktion bei Kindern untersucht, die sich einer Routineuntersuchung unterziehen.

Es existieren jedoch bereits Studien, die darlegen, dass Ablenkung zu einem besseren Bewältigungsverhalten bei Kindern führte und gleichzeitig das kindliche Unbehagen reduzierte. Eine Studie hebt hervor, dass Ablenkung eine wirtschaftlichere Methode als die Anwendung eines topischen Anästhetikums (EMLA) darstellt und unterstreicht die praktische Umsetzbarkeit von Ablenkungsstrategien zur Schmerzreduktion während Impfungen bei Kindern als effektive, kostengünstige und einfach anwendbare Methode zur Reduktion der Schmerzwahrnehmung im Vergleich zur Standardbehandlung [25].

Obwohl die von uns untersuchten Kinder, die sich einer ambulanten Routineimpfung unterzogen, die Anwesenheit eines Zauberers zu genießen schienen, hatte die gleichzeitige Vorführung von Zaubertricks keine signifikante Wirkung auf die durch die ausgewählten Parameter messbare Stressreaktion. Dies könnte auf ein bereits niedriges Stressniveau vor der eigentlichen Impfung zurückzuführen sein.

Es bleibt zu vermuten, dass Kinder, die nicht auf den Eingriff fokussiert sind, Angst und Stress weniger negativ wahrnehmen und das Ereignis weniger traumatisch in Erinnerung behalten. Auch das Risiko von Verletzungen kann möglicherweise gesenkt werden, wenn die

Kinder, durch positive Ereignisse abgelenkt, weniger körperliche Abwehrreaktionen zeigen. So können die Eingriffe sicherer und effizienter durchgeführt werden.

Weiterhin zeigen Studien, dass Ablenkung grundsätzlich die Schmerzwahrnehmung während medizinischer Eingriffe verringern kann.

Indem man Impfungen zu einer weniger unangenehmen Erfahrung macht, können positive Assoziationen mit der medizinischen Behandlung gefördert werden, was langfristig und nachhaltig zu einer höheren Bereitschaft gegenüber Impfungen oder weiteren notwendigen Eingriffen führen kann.

Was in der hier vorliegenden Studie nicht untersucht wurde, aber durchaus von Relevanz für die längerfristige Einstellung zum Gesundheitswesen und positive Vorbereitung der Kinder auf spätere Eingriffe sein kann, ist das Erleben durch die Eltern.

Auch Eltern fühlen sich oft hilflos und gestresst, wenn sie erleben, dass ihr Kind ängstlich ist oder Schmerzen erleidet. Ablenkungstechniken zu ermöglichen, kann Eltern das Gefühl geben, aktiv zur Reduzierung des Leids ihres Kindes beizutragen, was die elterliche Zufriedenheit mit dem Impferlebnis verbessern und somit auch die Weitergabe des Erlebten an Folgegenerationen positiv behaften kann.

Dies ist angesichts der Bedeutung von Kinderimpfungen als wichtige Präventionsmaßnahme in der modernen Medizin äußerst wichtig.

Hierdurch kann die Impfbereitschaft gefördert werden und damit auch die Durchimpfungsrate in der Bevölkerung.

Steht beim ersten Termin mit Präsentation von Zaubertricks vielleicht noch der medizinische Eingriff im Vordergrund, kann möglicherweise beim nächsten Termin bereits die Vorfreude auf die dargebotene Unterhaltung überwiegen.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass Ablenkungstechniken wie Zaubertricks während Impfungen eine einfache, kostengünstige und effektive Methode darstellen, um die Erfahrung für Kinder, Eltern und medizinisches Personal angenehmer zu gestalten, die Compliance zu verbessern und das Vertrauensverhältnis zwischen Arzt und Patienten zu verbessern.

Die Möglichkeit, solche positiven Erfahrungen zu kreieren, sollte daher viel häufiger genutzt werden.

Quellenverzeichnis

1. Anna Taddio, C Meghan McMurtry, Charlotte Logeman, Victoria Gudzak, Adrian de Boer, Kaytlin Constantin, Soeun Lee, Rachel Moline, Elizabeth Uleryk, Tonya Chera, Noni E MacDonald, Ba' Pham. Prevalence of pain and fear as barriers to vaccination in children - Systematic review and meta-analysis. *Vaccine*. 2022 Dec 12;40(52):7526-7537. doi: 10.1016/j.vaccine.2022.10.026. Epub 2022 Oct 22.
2. Noni E MacDonald 1; SAGE Working Group on Vaccine Hesitancy. Vaccine hesitancy: Definition, scope and determinants. *Vaccine*. 2015 Aug 14;33(34):4161-4. doi: 10.1016/j.vaccine.2015.04.036. Epub 2015 Apr 17.
3. Meyer S, Grundmann U, Gottschling S, Kleinschmidt S, Gortner L. Sedation and analgesia for brief diagnostic and therapeutic procedures in children. *Eur J Pediatr*. 2007 Apr;166(4):291-302
4. Lam MT, Lam HR, Chawla L. Application of magic in healthcare: A scoping review. *Complement Ther Clin Pract*. 2017 Feb;26:5-11. doi: 10.1016/j.ctcp.2016.11.002. Epub 2016 Nov 2.
5. NeoVitaA Study Group COVID-19-induced collateral damage. *Wien Med Wochenschr*. 2021 Feb;171(1-2):7-8
6. Dhama K, Latheef SK, Dadar M, Samad HA, Munjal A, Khandia R, Karthik K, Tiwari R, Yatoo MohdI, Bhatt P, Chakraborty S, Singh KP, Iqbal HMN, Chaicumpa W, Joshi SK. Biomarkers in stress related diseases/disorders: Diagnostic, prognostic, and therapeutic values. *Front Mol Biosci* 2019; 6:91
7. Mocci F, Bullitta MA. Perception of stress in the nursing profession: study of the behavior of s-IgA. *G Ital Med Lav Ergon* 2006; 28:219–221

8. Bartels M, de Geus EJC, Kirschbaum C, Sluyter F, Boomsma DI. Heritability of daytime cortisol levels in children. *Behav Genet* 2003; 33:421–433
9. Carboni L. Peripheral biomarkers in animal models of major depressive disorder. *Dis Markers* 2013; 35:33–41
10. Laura Stendelyte, Mantas Malinauskas, Dovile Evalda Grinkeviciute, Lina Jankauskaite. Exploring non-invasive salivary biomarkers for acute pain diagnostics: A comprehensive review. *Diagnostics (Basel)* . 2023 May 31;13(11):1929. doi: 10.3390/diagnostics13111929.
11. Ferrara P, Bottaro G, Angeletti S, Gatto A, Vitelli O, Battaglia D, Del Re M, Ruggiero A, Dicuonzo G. Salivary alpha-amylase: a new non-invasive biomarker for assessment of pain perception in epileptic children. *Acta Neurol Belg.* 2013 Sep;113(3):279-83
12. Goettems ML, Zborowski EJ, Costa F dos S, Costa VPP, Torriani DD. Nonpharmacologic intervention on the prevention of pain and anxiety during pediatric dental care: A systematic review. *Acad Pediatr* 2017; 17:110–119
13. Meyer S, Grundmann U, Gottschling S, Kleinschmidt S, Gortner L. Sedation and analgesia for brief diagnostic and therapeutic procedures in children. *Eur J Pediatr.* 2007 Apr;166(4):291-302
14. Lam MT, Lam HR, Chawla L. Application of magic in healthcare: A scoping review. *Complement Ther Clin Pract.* 2017 Feb;26:5-11
15. Hart R, Walton M. Magic as a therapeutic intervention to promote coping in hospitalized pediatric patients. *Pediatr Nurs* 2010 Jan-Feb;36(1):11-6; quiz 17.15
16. Peretz B, Gluck G (2005) Magic trick: a behavioural strategy for the management of strong-willed children. *Int J Paediatr Dent* 15:429–436

17. Pillai Riddell RR, Racine NM, Gennis HG, Turcotte K, Uman LS, Horton RE, Ahola S Kohut, Hillgrove Stuart J, Stevens B, Lisi DM. Non-pharmacological management of infant and young child procedural pain. *Cochrane Database Syst Rev*. 2015 Dec 2;2015(12):CD006275. doi: 10.1002/14651858.CD006275.pub3
18. Meyer S, Strittmatter M, Fischer C, Georg T, Schmitz B. Lateralization in autonomic dysfunction in ischemic stroke involving the insular cortex. *Neuroreport*. 2004 Feb 9;15(2):357-361
19. Strittmatter M, Meyer S, Fischer C, Georg T, Schmitz B. Location-dependent patterns in cardio-autonomic dysfunction in ischaemic stroke. *Eur Neurol*. 2003;50(1):30-8. doi: 10.1159/000070856.
20. Taddio A, McMurtry CM , Logeman C, Gudzak V , de Boer A , Constantin K , Lee S, Moline R , Uleryk E , Chera T , MacDonald NE , Pham B. Prevalence of pain and fear as barriers to vaccination in children - Systematic review and meta-analysis. *Vaccine* 2022 Dec 12;40(52):7526-7537.
21. Thayer, J. F., & Lane, R. D. (2000). A model of neurovisceral integration in emotion regulation and dysregulation. *Journal of Affective Disorders*, 61(3), 201-216.
22. Hellhammer, D., Wüst, S., & Kudielka, B. M. (2009). Salivary cortisol as a biomarker in stress research. *Psychoneuroendocrinology*, 34(2), 163-171.
23. Noto, Y., Sato, T., Kudo, M., Kurata, K., & Hirota, K. (2005). The relationship between salivary biomarkers and state-trait anxiety inventory score under mental arithmetic stress: A pilot study. *Anesthesia & Analgesia*, 101(6), 1873-1876.

24. Petrakova, L., Doering, B., Vits, S., Engler, H., Rief, W., Schedlowski, M., & Grigoleit, J. (2015). Psychosocial stress increases salivary alpha-amylase activity independently from plasma noradrenaline levels. *PLoS ONE*, 10.
25. Cohen, L. L., Blount, R. L., Cohen, R. J., Schaen, E. R., & Zaff, J. F. Comparative study of distraction versus topical anesthesia for pediatric pain management during immunizations. *Health Psychol.* 1999 Nov;18(6):591-8.

Interessenkonflikt

Die Autoren haben keinen offensichtlichen Interessenkonflikt zu melden, werden sich aber - unter welchen Umständen auch immer - weiterhin um mehr magische Momente für ihre pädiatrischen Patienten bemühen, wenn diese sich einer medizinischen Behandlung unterziehen.

Danksagung

Als Ärztin für Kinder- und Jugendmedizin begegne ich täglich den Herausforderungen und Sorgen, die junge Patienten und ihre Familien durchleben.

Von Beginn meiner medizinischen Laufbahn an war es mir ein zentrales Anliegen, nicht nur für die körperliche Gesundheit der mir anvertrauten Kinder zu sorgen, sondern auch ihr emotionales Wohlbefinden zu fördern.

Die Reduktion von Stress und Angst während der Arztbesuche ist dabei ein entscheidender Faktor, welcher die Erfahrungen von Patienten sowie deren Eltern nachhaltig positiv beeinflussen kann.

Nur durch positive Erfahrungen werden ein gutes Vertrauensverhältnis zwischen Arzt und Patient und eine ausreichende Kooperationsfähigkeit der Kinder ermöglicht.

Daher liegt es mir besonders am Herzen, Strategien und Ansätze zu entwickeln, die negative Auswirkungen minimieren und stattdessen eine positive, unterstützende und beruhigende Umgebung schaffen.

Mein Ziel ist es, dass die Kinder und ihre Familien sich trotz der unvermeidbaren Herausforderungen einer medizinischen Behandlung verstanden, sicher und gut aufgehoben fühlen.

Diese Dissertation spiegelt mein Engagement wider, zur Verbesserung der pädiatrischen Versorgung beizutragen, indem sie sich auf einen Aspekt konzentriert, der oft übersehen wird, aber von entscheidender Bedeutung ist: das emotionale Erleben der Kinder während ihrer medizinischen Behandlung. Diese Arbeit ist daher nicht bloß von akademischem Interesse. Vielmehr habe ich die Entscheidung zur Teilnahme an diesem Projekt aus Gründen der

persönlichen Überzeugung und ehrlichem Interesse am Wohlbefinden unserer kleinen Schützlinge getroffen.

An dieser Stelle möchte ich allen an der Durchführung dieser Studie beteiligten Personen meinen Dank aussprechen.

Insbesondere bin ich allen teilnehmenden Kindern und ihren Eltern zu Dank verpflichtet. Ohne deren Bereitschaft, sich auf diese bisher unkonventionelle Art der medizinischen Behandlung einzulassen, hätte die Durchführung dieser Studie nicht gelingen können.

Mein tiefster Dank gilt Prof. Dr. med. Sascha Meyer, der nicht nur als mein Doktorvater fungierte, sondern auch eine unersetzliche Stütze im Rahmen der Studiendurchführung war. Seine fachliche Expertise, sein unermüdliches Engagement und seine wertvollen Ratschläge waren entscheidend für die Vollendung dieser Arbeit.

Ebenso möchte ich Dr. med. Alexander Nisius meinen aufrichtigen Dank aussprechen. Seine Unterstützung und sein außergewöhnliches Talent, für unser gemeinsames Projekt zu zaubern, haben einen unverzichtbaren Beitrag zum Erfolg dieses Vorhabens geleistet.

Gemeinsam haben wir mit großer Begeisterung die erforderlichen Proben gewinnen und hierbei den ein oder anderen Probanden, Eltern oder Geschwisterkindern ein „Lächeln ins Gesicht zaubern“ können.

Zuletzt danke ich auch meinen Freunden und meiner Familie, die mich nicht nur während der Anfertigung dieser Dissertation, sondern bereits seit Beginn meines Studiums und während meines bisherigen beruflichen Werdegangs unterstützt haben.

Publikation

Jutta Teichfischer, Regine Weber, Elisabeth Kaiser, Martin Poryo, Julius Johannes Weise, Alexander Nisius, Sascha Meyer. SimSAARlabim study - The role magic tricks play in reducing pain and stress in children. Vaccine. 2024 Mar 11:S0264-410X(24)00308-6. doi: 10.1016/j.vaccine.2024.03.021. Online ahead of print. Journal impact factor: 5.5

Anhang

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Studiendesign

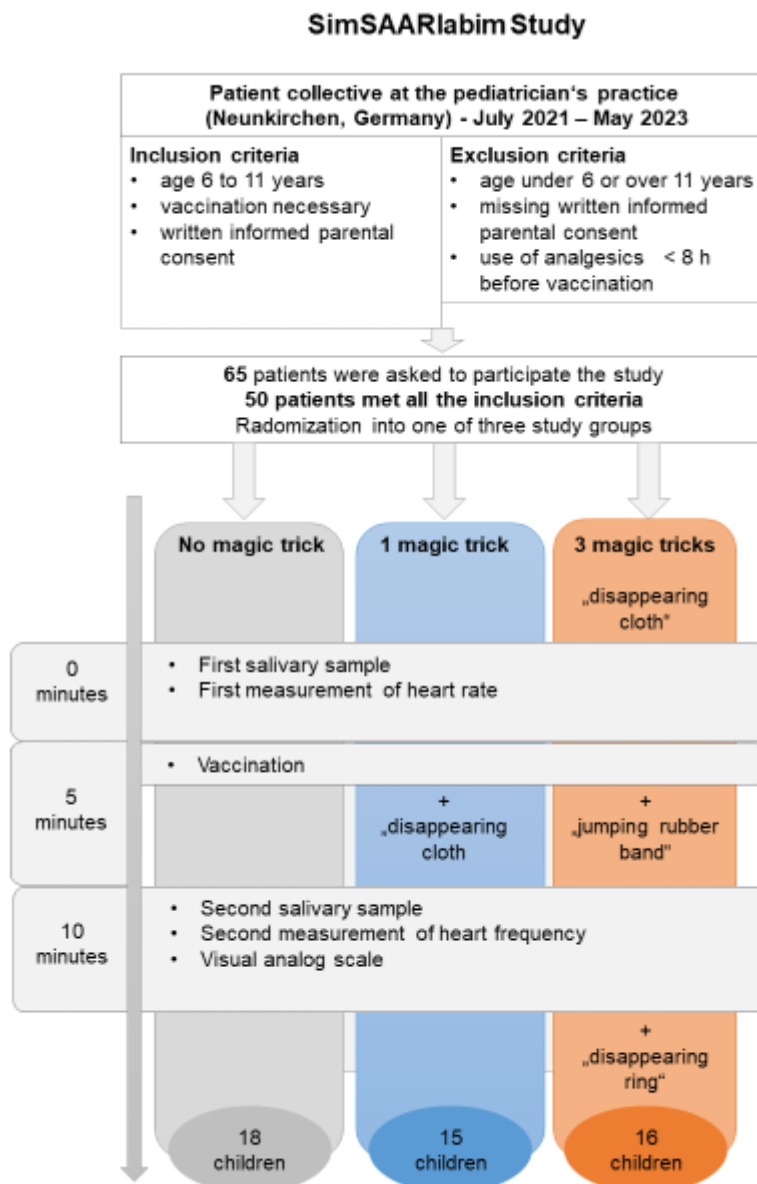


Abbildung 2: Impfkalender der STIKO

Tabelle 1 | Impfkalender (Standardimpfungen) für Säuglinge, Kinder, Jugendliche und Erwachsene; 2024

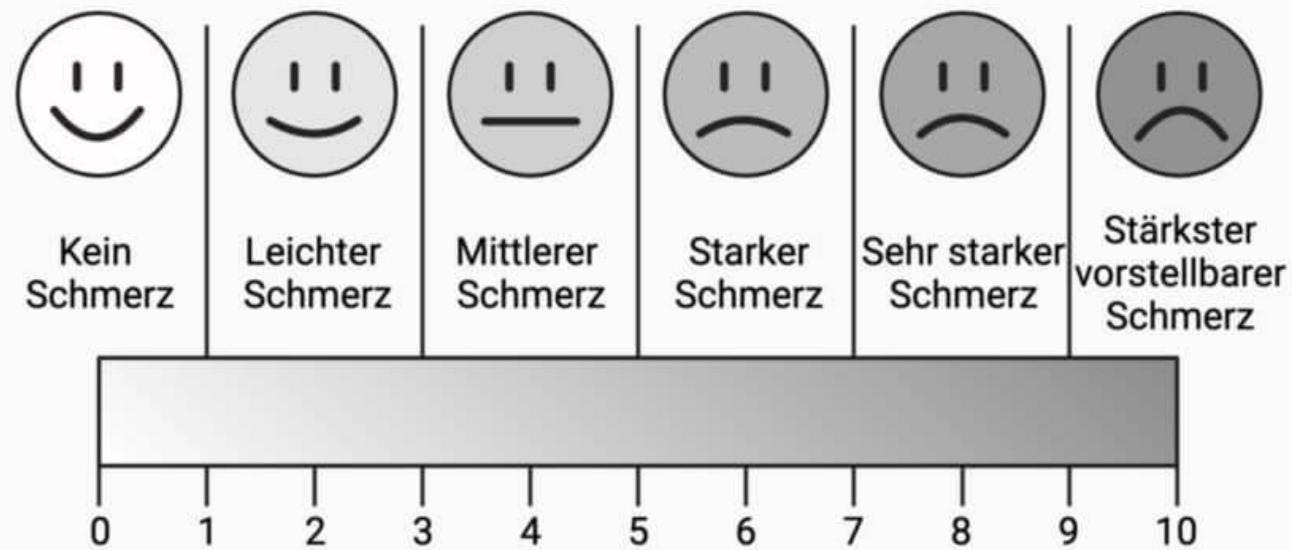
Impfung	Alter in Wochen	Alter in Monaten										Alter in Jahren							
		6	2	3	4	5–10	11*	12	13–14	15	16–23	2–4	5–6	7–8	9–14	15–16	17	ab 18	ab 60
				U4			U5	U6			U7	U7a/U8	U9	U10	U11/J1		J2		
Rotaviren		G1 ^a		G2	(G3)														
Tetanus ^b			G1		G2			G3 ^d					A1		A2			A'	
Diphtherie ^b			G1		G2			G3 ^d					A1		A2			A'	
Pertussis ^b			G1		G2			G3 ^d					A1		A2			A3'	
Hib ^b – <i>H. influenzae</i> Typ b			G1		G2			G3 ^d											
Poliomyelitis ^b			G1		G2			G3 ^d							A1				
Hepatitis B ^b			G1		G2			G3 ^d											
Pneumokokken ^b			G1		G2			G3 ^d											S'
Meningokokken B ^c			G1		G2				G3 ^d										
Meningokokken C								G1											
Masern							G1				G2							S ^e	
Mumps, Röteln							G1				G2								
Varizellen							G1				G2								
HPV – Humane Papillomviren														G1 ^g	G2 ^g				
Herpes zoster																		G1 ^j	G2 ^j
Influenza																		S (jährlich) ^k	
COVID-19																		G1 ^h , G2 ^h , G3 ^h	S (jährlich) ^k

- Empfohlener Impfzeitpunkt
- Nachholimpfzeitraum für Grund- bzw. Erstimmunisierung aller noch nicht Geimpften bzw. für Komplettierung einer unvollständigen Impfserie

- Erläuterungen
- G Grundimmunisierung (in bis zu 3 Teilimpfungen G1–G3)
- A Auffrischimpfung
- S Standardimpfung

- a Erste Impfstoffdosis bereits ab dem Alter von 6 Wochen, je nach verwendetem Impfstoff 2 bzw. 3 Impfstoffdosen im Abstand von mind. 4 Wochen
- b Frühgeborene: zusätzliche Impfstoffdosis im Alter von 3 Monaten, d. h. insgesamt 4 Impfstoffdosen; Säuglinge (inkl. Frühgeborene) werden mit PCV13 oder PCV15 geimpft
- c Gemäß Fachinformation besteht die Impfserie im Alter von 2–23 Monaten aus 3 Impfstoffdosen, ab dem Alter von 24 Monaten aus 2 Impfstoffdosen
- d Mindestabstand zur vorangegangenen Impfstoffdosis: 6 Monate
- e Zwei Impfstoffdosen im Abstand von mind. 5 Monaten, bei Nachholimpfung beginnend im Alter ≥ 15 Jahre oder bei einem Impfabstand von < 5 Monaten zwischen 1. und 2. Impfstoffdosis ist eine 3. Impfstoffdosis erforderlich
- f Td-Auffrischimpfung alle 10 Jahre. Nächste fällige Td-Impfung 1-malig als Tdap- bzw. bei entsprechender Indikation als Tdap-IPV-Kombinationsimpfung
- g Eine Impfstoffdosis eines MMR-Impfstoffs für alle nach 1970 geborenen Personen ≥ 18 Jahre mit unklarem Impfstatus, ohne Impfung oder mit nur einer Impfung in der Kindheit
- h Impfung bis die Anzahl der für die Basisimmunität erforderlichen ≥ 3 SARS-CoV-2-Antigenkontakte (davon mindestens 1 Impfung) erreicht ist. Mindestimpfabstand zwischen G1 und G2 ≥ 4 bis vorzugsweise 12 Wochen, und zwischen G2 und G3 ≥ 6 Monate
- i Impfung mit PCV20
- j Zwei Impfstoffdosen des adjuvantierten Herpes-zoster-Totimpfstoffs im Abstand von mindestens 2 bis maximal 6 Monaten
- k Jährliche Impfung im Herbst
- * Impfungen können auf mehrere Impftermine verteilt werden. MMR und V können am selben Termin oder in 4-wöchigem Abstand gegeben werden

Abbildung 3: Visuelle Analogskala



Quelle: DocCheckFlexicon

	Gesamt n = 50	Kein Zaubertrick n = 17	Ein Zaubertrick n = 16	Drei Zaubertricks n = 17	p-Wert
Geschlecht					0.68 [#]
männlich	24 (48.0 %)	7 (41.2 %)	9 (56.3 %)	8 (47.1 %)	
weiblich	26 (52.0 %)	10 (58.8 %)	7 (43.8 %)	9 (52.9 %)	
Alter [Jahre]	6.9 (5.3 - 10.8)	7.0 (5.3 - 10.8)	6.5 (5.4 - 10.5)	7.5 (5.5 - 10.3)	0.23 ⁺
Impfstoff	48	15	16	17	0.84 [*]
Gardasil	4 (8.3 %)	1 (6.7 %)	2 (12.5 %)	1 (5.9 %)	
Boostrix	19 (39.6 %)	5 (33.3 %)	5 (31.3 %)	9 (52.9 %)	
FSME	14 (29.2 %)	6 (40.0 %)	5 (31.3 %)	3 (17.6 %)	
Havrix	1 (2.1 %)	0 (0.0 %)	1 (6.3 %)	0 (0.0 %)	
Influsplit tetra	9 (18.8 %)	3 (20.0 %)	3 (18.8 %)	3 (17.6 %)	
Boostrix & FSME	1 (2.1 %)	0 (0.0 %)	0 (0.0 %)	1 (5.9 %)	
Herzfrequenz vor Impfung [bpm]	88.0 (60.0 - 126.0)	88.0 (76.0 - 100.0)	90.0 (60.0 - 112.0)	88.0 (64.0 - 126.0)	0.76 [°]
Herzfrequenz nach Impfung [bpm]	92.0 (64.0 - 126.0)	96.0 (80.0 - 116.0)	92.0 (64.0 - 126.0)	88.0 (64.0 - 116.0)	0.88 [°]
Visuelle Analogskala (nach Impfung)					0.61 ⁺
0	24 (50.0 %)	7 (43.8 %)	9 (60.0 %)	8 (47.1 %)	
1	1 (2.1 %)	1 (6.3 %)	0 (0.0 %)	0 (0.0 %)	
2	9 (18.8 %)	3 (18.8 %)	3 (20.0 %)	3 (17.6 %)	
3	0 (0.0 %)	0 (0.0 %)	0 (0.0 %)	0 (0.0 %)	
4	9 (18.8 %)	3 (18.8 %)	2 (13.3 %)	4 (23.5 %)	
5	1 (2.1 %)	1 (6.3 %)	0 (0.0 %)	0 (0.0 %)	
6	2 (4.2 %)	1 (6.3 %)	1 (6.7 %)	0 (0.0 %)	
7	0 (0.0 %)	0 (0.0 %)	0 (0.0 %)	0 (0.0 %)	
8	1 (2.1 %)	0 (0.0 %)	0 (0.0 %)	1 (5.9 %)	
9	0 (0.0 %)	0 (0.0 %)	0 (0.0 %)	0 (0.0 %)	
10	1 (2.1 %)	0 (0.0 %)	0 (0.0 %)	1 (5.9 %)	

Tabelle 1: Merkmale der Patienten. Die Daten sind als absolute Zahlen und Prozentsätze bzw. Median und Spanne angegeben.

Fisher's exact test (*), wenn eine der erwarteten Zellohäufigkeiten < 5 war; Chi2-Test, wenn alle erwarteten Zellohäufigkeiten ≥ 5 waren (#).

Varianzanalyse (°) für metrische, normalverteilte Variablen.

Kruskal-Wallis-Test (+) für nicht-metrische oder metrische, nicht-normalverteilte Variablen

	Gesamt n = 50	Kein Zaubertrick n = 17	Ein Zaubertrick n = 16	Drei Zaubertricks n = 17	p-Wert
Speichelprobe verfügbar					1.0*
Ja	47 (94.0 %)	16 (94.1 %)	15 (93.8 %)	16 (84.1 %)	
Nein	3 (6.0 %)	1 (5.9 %)	1 (6.3 %)	1 (5.9 %)	
Zeitabstand zwischen Aufwachen und erster Probenahme [h]	3.8 (0.8 - 10.5)	4.1 (1.5 - 9.0)	4.3 (1.5 - 9.8)	3.4 (0.8 - 10.5)	0.72+
Nahrungsaufnahme 60 min vor Probe					0.30*
Ja	4 (8.5 %)	1 (6.3 %)	0 (0.0 %)	3 (18.8 %)	
Nein	43 (91.5 %)	15 (93.8 %)	15 (100.0 %)	13 (81.3 %)	
Trinken 60 min vor Probe					0.23*
Ja	8 (17.0 %)	2 (12.5 %)	1 (6.7 %)	5 (31.3 %)	
Nein	39 (83.0 %)	14 (87.5 %)	14 (93.3 %)	11 (68.8 %)	
Kaugummi 60 min vor Probe					0.32*
Ja	1 (2.1 %)	0 (0.0 %)	1 (6.7 %)	0 (0.0 %)	
Nein	46 (97.9 %)	16 (100.0 %)	14 (93.3 %)	16 (100.0 %)	
Zähneputzen 60 min vor Probe					1.0*
Ja	3 (6.4 %)	1 (6.3 %)	1 (6.7 %)	1 (6.3 %)	
Nein	44 (93.6 %)	15 (93.8 %)	14 (93.3 %)	15 (93.8 %)	
Zeitabstand zwischen den Proben [min]	10.0 (3.0 - 22.0)	10.0 (3.0 - 15.0)	10.0 (5.0 - 15.0)	10.0 (9.0 - 22.0)	0.33+
Speichelvolumen vor Impfung [µl]	800.0 (50.0 - 1800.0)	675.0 (140.0 - 1550.0)	900.0 (50.0 - 1800.0)	835.0 (100.0 - 1500.0)	0.41+
Speichelvolumen nach Impfung [µl]	650.0 (50.0 - 1800.0)	465.0 (120.0 - 1400.0)	850.0 (50.0 - 1650.0)	625.0 (50.0 - 1800.0)	0.67+
Cortisol vor Impfung [µg/dl]	0.06 (0.004 - 0.46)	0.06 (0.02 - 0.46)	0.05 (0.004 - 0.42)	0.10 (0.01 - 0.16)	0.31+
Cortisol nach Impfung [µg/dl]	0.07 (0.01 - 0.46)	0.07 (0.02 - 0.41)	0.06 (0.01 - 0.46)	0.08 (0.03 - 0.21)	0.35+
IgA vor Impfung [µg/ml]	26.1 (1.0 - 129.4)	35.1 (1.4 - 49.4)	26.1 (1.0 - 68.5)	19.6 (5.9 - 129.4)	0.65+
IgA nach Impfung [µg/ml]	30.5 (2.5 - 170.1)	32.3 (2.5 - 69.1)	28.3 (2.9 - 82.7)	34.3 (5.2 - 170.1)	0.86+
α-amylase vor Impfung [U/ml]	78.1 (17.8 - 296.0)	95.4 (44.1 - 296.0)	78.1 (20.3 - 184.4)	67.3 (17.8 - 205.8)	0.44+
α-amylase nach Impfung [U/ml]	95.8 (20.8 - 277.7)	78.7 (35.0 - 277.7)	95.8 (35.5 - 185.8)	103.6 (20.8 - 235.3)	0.92+
Gesamtproteinkonzentration vor Imp- fung [µg/ml]	969.2 (515.6 - 1916.6)	1032.7 (757.7 - 1413.7)	993.8 (569.7 - 1300.5)	888.9 (515.6 - 1916.6)	0.52+
Gesamtproteinkonzentration nach Imp- fung [µg/ml]	1069.0 (556.7 - 1471.1)	1181.4 (707.0 - 1453.1)	1125.2 (569.4 - 1399.7)	925.8 (556.7 - 1471.1)	0.69+

Tabelle 2: Speichelmerkmale. Die Daten sind als absolute Zahlen und Prozentsätze bzw. Median und Spanne angegeben.

Fisher's exact test (*), wenn eine der erwarteten Zellohäufigkeiten < 5 war; Chi2-Test, wenn alle erwarteten Zellohäufigkeiten ≥ 5 waren (#). Kruskal-Wallis test (+) for non-metric or metric, non-normally distributed variables

	Abhängige Variable			
	Nozizeption (VAS)		Herzfrequenz nach Impfung	
Risikofaktor	Regressionskoeffizient B (95% CI)	p-Wert	Regressionskoeffizient B (95% CI)	p-Wert
Studiengruppe				
1 vs. (2 & 3)	-0.02 (1.15, 2.56)	.98	-1.18 (-7.18, 4.82)	.69
2 vs. 3	0.51 (-0.36, 1.38)	.24	-0.71 (-5.94, 4.52)	.79
Alter bei Untersuchung	$-0.17 \cdot 10^{-3}$ (-1.39, 1.05) $\cdot 10^{-3}$	.78	$-4.10 \cdot 10^{-3}$ (-11.27, 3.07) $\cdot 10^{-3}$	.26
Geschlecht	0.09 (-1.32, 1.52)	.89	9.40 (1.48, 17.32)	.02
Herzfrequenz vor Impfung	0.03 (-0.02, 0.08)	.26	0.48 (0.192, 0.769)	<.01
Cortisol vor Impfung	1.70 (-6.48, 9.88)	.68	8.94 (-38.48, 56.36)	.70
IgA vor Impfung	-0.02 (-0.05, 0.01)	.20	0.002 (-0.176, 0.180)	.98
α -amylase vor Impfung	-0.001 (-0.013, 0.011)	.87	0.03 (-0.04, 0.10)	.39
Gesamtproteinkonzentration vor Impfung	$1.95 \cdot 10^{-5}$ (-0.003, 0.003)	.99	0.014 (-0.004, 0.031)	.12

Tabelle 3: Ergebnisse der univariaten linearen Regressionsanalyse - unabhängige Einflussvariablen für Nozizeption (VAS) und Herzfrequenz nach Impfung.

	Abhängige Variable							
	Cortisolkonzentration nach Impfung		IgA Konzentration nach Impfung		α-amylase Konzentration nach Impfung		Gesamtproteinkonzentration nach Impfung	
Risikofaktor	Regressionskoeffizient B (95% CI)	p-Wert	Regressionskoeffizient B (95% CI)	p- Wert	Regressionskoeffizient B (95% CI)	p- Wert	Regressionskoeffizient B (95% CI)	p- Wert
Studiengruppe								
1 vs. (2 & 3)	-0.01 (-0.06, 0.03)	.51	4.08 (-8.72, 16.88)	.52	-10.89 (-37.47, 15.69)	.41	-44.27 (-190.61, 102.08)	.54
2 vs. 3	0.01 (-0.03, 0.04)	.76	4.77 (-6.19, 15.73)	.38	-.019 (-22.44, 22.06)	.99	-37.10 (-156.15, 81.96)	.53
Alter bei Untersuchung	$0.01 \cdot 10^{-3}$ (0.05, 0.06) $\cdot 10^{-3}$	.78	$18.94 \cdot 10^{-3}$ (4.40, 33.47) $\cdot 10^{-3}$	.01	$-2.20 \cdot 10^{-3}$ (-34.07, 29.67) $\cdot 10^{-3}$	.89	0.09 (-0.10, 0.28)	.33
Geschlecht	-0.01 (-0.07, 0.05)	.77	6.18 (-11.73, 24.09)	.49	17.17 (-19.26, 53.50)	.35	-47.36 (-247.15, 152.43)	.63
Herzfrequenz vor Impfung	0.001 (-0.001, 0.004)	.26	-0.01 (-0.71, 0.68)	.97	0.14 (-1.30, 1.58)	.84	0.26 (-8.12, 8.63)	.95
Cortisol Konzentration vor Impfung	0.93 (0.84, 1.02)	<.001	32.14 (-65.30, 129.57)	.51	-45.64 (-227.00, 135.72)	.61	631.15 (-453.79, 1716.09)	.24
IgA Konzentration vor Impfung	0.001 (0.000, 0.002)	.14	1.12 (0.98, 1.27)	<.001	0.30 (-0.51, 1.10)	.46	7.67 (3.13, 12.21)	<.01
α-amylase Konzentration vor Impfung	$-0.12 \cdot 10^{-3}$ (-0.73, 0.50) $\cdot 10^{-3}$	.87	0.07 (-0.01, 0.22)	.37	0.87 (0.74, 1.03)	<.001	2.90 (1.36, 4.44)	<.001
Gesamtproteinkonzentration vor Impfung	$7.21 \cdot 10^{-5}$ (-4.67, 19.01) $\cdot 10^{-5}$	.23	0.05 (0.02, 0.07)	<.001	0.11 (0.04, 0.18)	<.01	0.78 (0.54, 1.02)	<.001

Tabelle 4: Ergebnisse der univariaten linearen Regressionsanalyse - unabhängige Einflussvariablen für Cortisol, IgA, α-Amylase und Gesamtproteinkonzentration nach Impfung.

Aus datenschutzrechtlichen Gründen wird die Ethikgenehmigung in der elektronischen Fassung der Dissertation nicht veröffentlicht.

Aus datenschutzrechtlichen Gründen wird der Lebenslauf in der elektronischen Fassung der Dissertation nicht veröffentlicht.

