

Aus der Klinik für Anästhesiologie und Operative Intensivmedizin
der Universität zu Köln
Herr PD Dr. med. Thomas Meuser

Postoperative Schmerztherapie mit patientengesteuerten Verfahren – ein Vergleich von Prozesszeiten

Inaugural-Dissertation zur Erlangung der Doktorwürde
der Medizinischen Fakultät
der Universität zu Köln

vorgelegt von
Moritz Karczmarzyk
aus Hannover, Deutschland

promoviert am 05. Dezember 2023

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät der Universität zu Köln
2023

Dekan: Universitätsprofessor Dr. med. G. R. Fink

1. Gutachter: Privatdozent Dr. med. Th. Meuser

2. Gutachter: Privatdozent Dr. med. S. A. Padosch

Erklärung

Ich erkläre hiermit, dass ich die vorliegende Dissertationsschrift ohne unzulässige Hilfe Dritter und ohne Benutzung anderer als der angegebenen Hilfsmittel angefertigt habe; die aus fremden Quellen direkt oder indirekt übernommenen Gedanken sind als solche kenntlich gemacht.

Bei der Auswahl und Auswertung des Materials sowie bei der Herstellung des Manuskriptes habe ich Unterstützungsleistungen von folgenden Personen erhalten:

Herrn Priv.-Doz. Dr. med. T. Meuser

Herrn Dr. rer. medic. Dr. rer. nat. Dipl.-Biol. Kija Shah-Hosseini

Weitere Personen waren an der Erstellung der vorliegenden Arbeit nicht beteiligt. Insbesondere habe ich nicht die Hilfe einer Promotionsberaterin/eines Promotionsberaters in Anspruch genommen. Dritte haben von mir weder unmittelbar noch mittelbar geldwerte Leistungen für Arbeiten erhalten, die im Zusammenhang mit dem Inhalt der vorgelegten Dissertationsschrift stehen.

Die Dissertationsschrift wurde von mir bisher weder im Inland noch im Ausland in gleicher oder ähnlicher Form einer anderen Prüfungsbehörde vorgelegt.

Die dieser Arbeit zugrunde liegenden Daten wurden ohne meine Mitarbeit in verschiedenen Krankenhäusern (u.a. GFO Kliniken Rhein-Berg, ehemaliger Chefarzt Priv.-Doz. Dr. med. T. Meuser) ermittelt.

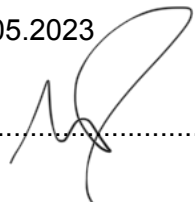
Die Daten wurden nach Anleitung durch Herrn Priv.-Doz. Dr. med. T. Meuser von mir selbständig ausgewertet.

Erklärung zur guten wissenschaftlichen Praxis:

Ich erkläre hiermit, dass ich die Ordnung zur Sicherung guter wissenschaftlicher Praxis und zum Umgang mit wissenschaftlichem Fehlverhalten (Amtliche Mitteilung der Universität zu Köln AM 132/2020) der Universität zu Köln gelesen habe und verpflichte mich hiermit, die dort genannten Vorgaben bei allen wissenschaftlichen Tätigkeiten zu beachten und umzusetzen.

Hannover, den 20.05.2023

Unterschrift:



Genderhinweis

Allein aus Gründen der besseren Lesbarkeit wird auf die gleichzeitige Verwendung männlicher und weiblicher Sprachformen verzichtet. Sämtliche Personenbezeichnungen gelten für alle Identitätsgeschlechter (m, w, d).

Inhaltsverzeichnis

INHALTSVERZEICHNIS	4
ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS	5
1. ZUSAMMENFASSUNG	6
2. EINLEITUNG	7
2.1. Rolle der postoperativen Schmerztherapie	7
2.2. Patientengesteuerte Schmerztherapie	8
2.3. Schmerzdienst und Pflegerischer Schmerzexperte	11
2.4. OPS Akutschmerztherapie	12
2.5. Hypothese und Fragestellung	13
3. MATERIAL UND METHODEN	14
3.1. Aufbau der Studie	14
3.2. Ethik	14
3.3. Rekrutierung	14
3.4. Durchführung	15
3.5. Datenerhebung	17
3.6. Datenanalyse	17
3.7. Statistik	18
4. ERGEBNISSE	19
4.1. Risikoeinteilung nach ASA	19
4.2. Risikoeinteilung ASA und Behandlungsgruppe	20
4.3. Personalbindungszeiten	21
4.4. Dauer der Visiten	29
4.5. Anzahl der Visiten im Vergleich der einzelnen Verfahren	30
4.6. Anzahl und Gründe für abweichenden Visiten	32
5. DISKUSSION	33
6. LITERATURVERZEICHNIS	40
7. ANHANG	46
7.1. Abbildungsverzeichnis	46
7.2. Sequenzerhebungsbogen	47

Abkürzungsverzeichnis

Abb.	Abbildung
ABS	aktivitätsbezogene, nicht-interventionelle Studie (activity based study)
ASA	American Society of Anesthesiologists
AWMF	Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften
DCF	Sequenzenerhebungsbogen, <i>data collection form</i>
EMA	European Medicines Agency
IPATS	patientenaktiviertes iontophoretisches transdermales System (iontophoretic patient activated transdermal system)
Knie-TEP	Totalendoprothese des Kniegelenks
min.	Minuten
Min-Max	Minimum bis Maximum
NOPA	Nicht-Opioid-Analgetikum
NRS	numerische Rangskala, numeric rating scale
OPS	Operationen- und Prozedurenschlüssel
PCA	patientengesteuerte Schmerztherapie, patient controlled analgesia
PCiA	patientengesteuerte intravenöse Schmerztherapie
pNK	peripherer Nervenkatheter
PSE	Pflegerischer Schmerzexperte
PZA	Prozesszeitenanalyse
RFID	radio frequency identity tag
SD	Standardabweichung (<i>standard deviation</i>)
SPS	spezialisierte Schmerzdienst, <i>specialized pain service</i>
SSTS	sublinguales Sufentanil Tablettensystem
WMA	Weltärztebund

1. Zusammenfassung

Die Behandlung postoperative Schmerzen ist ein essenzieller Bestandteil der perioperativen Versorgung von Patienten im Krankenhaus. Die patientengesteuerte Schmerztherapie (PCA) gilt als der goldene Standard, da der Patient am genauesten beurteilen kann, welcher Bedarf vorliegt, weil der Patient keine längeren Wartezeiten bis zur Applikation hat und weil es Therapeuten und Pflegekräfte entlastet. Seit 2016 ist eine nichtinvasive sublinguale PCA mit Sufentanil verfügbar und stellt in Aussicht, für den betreuenden Schmerzdienst noch weniger aufwendig zu sein, als die bisherige Standard-PCA, die intravenös appliziert wird. Das Ziel dieser Arbeit ist daher, Unterschiede in der Personalbindungszeit zwischen drei gängigen Methoden zur postoperativen Schmerztherapie zu untersuchen, indem die Zeiten verschiedener Prozessschritte gemessen werden. So können auch Rückschlüsse auf die Wirtschaftlichkeit einer postoperativen Schmerztherapie gezogen werden, da Personalbindungszeit eng mit Personalkosten korreliert und die Personalkosten einen Großteil der Gesamtkosten eines Krankenhauses ausmacht.

Für die Messung der Personalbindungszeiten wurden fünf verschiedene Prozessschritte definiert, die bei allen drei Verfahren identisch war, Prozessschritt A Bereitstellung des Verfahrens, B Übergabe an den Patienten, C durchgeführte Therapie und Visiten, D Therapieende und Abbau und E Aufbereitung des Systems. An fünf Krankenhäusern verteilt über Deutschland wurden die Personalbindungszeiten für jeden der fünf Schritte über die drei verschiedenen Verfahren zur postoperativen Schmerztherapie gemessen. Die drei Verfahren zur postoperativen Schmerztherapie waren sublinguales Sufentanil-Tablettensystem (SSTS), intravenöse patientenkontrollierte Analgesie (PCiA) und peripheres Nervenkatheterverfahren (pNK). Die gemessenen Zeiten wurden anschließend ausgewertet und vergleichend statistisch berechnet.

Das SSTS war in Hinblick auf die Personalbindungszeiten den beiden anderen Verfahren zur patientenkontrollierten postoperativen Schmerztherapie signifikant überlegen und hatte in allen Prozessschritten geringere Personalbindungszeiten. Hierdurch hatte das SSTS geringere Personalkosten und erscheint als ein sehr wirtschaftlich kostengünstiges Verfahren, wobei Anschaffungskosten und Verbrauchsmaterialien in dieser Arbeit nicht berücksichtigt wurden.

Das SSTS sollte nach den Ergebnissen der hier vorliegenden Studie in die S3-Leitlinien über Behandlung akuter perioperativer und posttraumatischer Schmerzen aufgenommen werden, da das SSTS im Vergleich zur PCiA und zum pNK bei gleichwertiger oder überlegener Analgesie und ausgezeichneter Patientenzufriedenheit nach den hier vorliegenden Daten die geringeren Personalbindungszeiten verursacht.

2. Einleitung

2.1. Rolle der postoperativen Schmerztherapie

Die analgetische Therapie ist eine grundlegende Komponente der medizinischen Versorgung, kann maßgeblich die Behandlungsqualität und sogar die Auswahl des Behandlungsorts beeinflussen (Bundesärztekammer 2018)(Simanski 2006, Erlenwein 2015). Die Schmerztherapie beinhaltet die Behandlung chronischer sowie akuter Schmerzen. Ursache akuter Schmerzen sind z.B. Wunden, Verletzungen, Minderdurchblutungen, Entzündungen oder Operationen. Die Behandlung akuter Schmerzen im Krankenhaus ist überwiegend auf akute perioperative und posttraumatische Schmerzen fokussiert (Loeser 2001). Die Funktion akuter Schmerzen hat eine lebenserhaltende Aufgabe. Der akute Schmerz besitzt eine Signal- und Warnfunktion für den Körper. Im Gegensatz hierzu sind chronische Schmerzen länger anhaltend. Ursächlich für über Zeiträume von 6 Monaten hinausgehende Schmerzen sind z.B. chronische Erkrankungen, degenerative Veränderungen, sich verselbständigt-habende Schmerzen, so auch chronische postoperative Schmerzen. In diesem Falle spricht man von chronisch sekundären Schmerzen. Der chronische Schmerz hat seine Schutz-, Warn- oder Heilfunktion weitgehend verloren (Nilges 2007).

Die S3-Leitlinie zur Behandlung akuter Schmerzen - (AWMF-Register Nr. 001-025) vom 01.09.2021, gültig bis 31.08.2026 (AWMF) - stellt die Grundlage für eine wissenschaftlich fundierte Behandlung postoperativen und -traumatischen Schmerzes dar. Inhalt der Leitlinien sind unter anderem eine hinreichende Aufklärung der Betroffenen, Bereitstellung eines Akutschmerzdienst und Verwendung von patientenkontrollierten, systemischen oder regionalen Anästhesieverfahren (DIVS 2009, DIVS 2009, Erlenwein 2014).

Dennoch bestätigt die Literatur eine unzureichende postoperative Schmerztherapie (Gan 2014, Gerbershagen 2013, Rothaug 2013, Power 2007, Apfelbaum 2003).

Erlenwein und Stamer et al. überprüften 2014 in einer Umfrage an allen deutschen Anästhesieabteilungen die Umsetzung dieser Empfehlungen. Diese ergab, dass über 80% der befragten Kliniken einen Akutschmerzdienst zur Verfügung stellen, dieser jedoch in weniger als der Hälfte der Fälle den festgelegten Qualitätsstandards entspricht. Nahezu alle jener Häuser messen und protokollieren Schmerzen, an Verfahren kamen hier hauptsächlich patientenkontrollierte intravenöse Analgesie und Periduralanalgesie zum Einsatz (Erlenwein 2014).

Von über 2000 befragten Patienten deutscher Kliniken gaben nur ein Achtel an, nach den operativen Prozeduren ohne Schmerzen gewesen zu sein. Auf der anderen Seite standen 30% unter schweren Schmerzen, über die Hälfte gaben Unzufriedenheit mit der analgetischen Therapie an (Maier 2010, Bialas 2020).

Angesichts dieser Umstände sollte die Reduzierung perioperativen Schmerzes, wie auch die das einverständnissvolle Wohlbefinden der Behandelten optimiert und in den Vordergrund gerückt werden.

2.2. Patientengesteuerte Schmerztherapie

2.2.1. Entwicklung der PCA

In den Muskel verabreichte Opiode zur Analgesie nach operativen Eingriffen wurden lange als bevorzugte Methode angesehen [16].

Das Empfinden von Schmerz ist in seiner Ausprägung variierend und unterliegt ausgeprägter Subjektivität [17]. Zu welchen Zeitpunkten und in welcher Intensität dieser auftritt, kann lediglich vom Betroffenen selbst eingeschätzt werden, so sollte auch die Applikation von schmerzlindernder Medikation möglichst bedarfsgerecht und in nicht regelhaften Abständen. Aufgrund hoher Arbeitsbelastung und der großen Zahl von Patienten sind durchgehende engmaschige Betreuungen meist nicht realisierbar. Je nachdem wie schnell die vom Patienten informierte Pflegekraft einen Arzt konsultieren kann, dieser dann nach Einschätzung ein Medikament anordnet, welches wiederum verabreicht werden muss, können vom Zeitpunkt des aufkommenden Schmerzes bis zur adäquaten Linderung durch ein Analgetikum bis zu 60 Minuten verstreichen [18].

Die patientengesteuerte Schmerztherapie (patient controlled analgesia, PCA) kann ohne Umwege und unmittelbar zum Einsatz kommen, ohne dass ein zuvor appliziertes Analgetikum seine Wirkung bereits gänzlich verloren hat, da der Patient das PCA-System jederzeit nach individuellem Bedarf aktivieren kann.

Eine PCA sollte dabei den gleichen therapeutischen Standards wie eine herkömmliche analgetische Therapie unterliegen und somit über Wirksamkeit, Sicherheit, Verträglichkeit und einen breiten therapeutischen Bereich verfügen.

In den 1980er Jahren wurde dieses Verfahren durch Prof. Dr. med. Dr. rer. nat. Klaus A. Lehmann durchgreifend in Deutschland etabliert [19-22].

2.2.2. Invasive PCA Verfahren

Intravenöse PCA: Für eine intravenöse patientenkontrollierte Analgesie (PCiA) verwendet man voreingestellte Spritzenpumpen. Diese bestehen aus Plastikspritze, Leitungselementen und peripherem Venenkatheter. Die Spritze wird üblicherweise mit Natriumchlorid als Trägerlösung und einem Opioid gefüllt.

Über eine Fernsteuerung kann der Schmerzpatient die Opioidverabreichung selbst aktivieren. Nach Betätigung ist die Pumpe für eine voreingestellte Zeit geblockt, sodass keine übermäßigen Gaben erfolgen können.

Der venöse Zugang wird durchgehend durch eine langsam laufende Infusionslösung gespült, zusätzlich verhindert ein Rückschlagventil den Aufstau des verabreichten Medikaments.

Patientenkontrollierte Epiduralanalgesie: Bei der Epiduralanalgesie werden Opiode, lokal wirksame Anästhetika oder eine Kombination mithilfe eines Epiduralkatheters verabreicht. Dies erfolgt über Bolusgabe oder eine vorprogrammierte Pumpe [6]. Im deutschen Raum sind hierfür lediglich Sufentanil und Morphin zugelassen [6, 23], verwendete lokal wirksame

Analgetika sind beispielsweise Bupivacain und Ropivacain [6]. Die Wirkstoffe werden konstant durch das System abgegeben, bei Mehrbedarf hat der Patient die Möglichkeit, zusätzliche Bolusgaben zu veranlassen.

Patientengesteuerte Regionalanästhesie: Die patientenkontrollierte Regionalanästhesie ermöglicht die Verwendung peripher angebrachter Katheter (pNK). Dadurch kann eine kontinuierliche Verabreichung von lokal wirksamer Analgetika über eine patientengesteuerte Pumpe erfolgen und auf diesem Wege beispielsweise Ischias- oder Femoralnerv blockieren. In einer Untersuchung von Gerbershagen et al. konnte gezeigt werden, dass von allen vierzig berücksichtigten Operationen die der orthopädischen und unfallchirurgischen Fachbereiche in den größten Schmerzausmaßen resultierten [10]. Daher werden v.a. bei orthopädischen Eingriffen pNK angeboten, so z.B. eine Kombination aus N. femoralis-Katheter und N. ischiadicus-Katheter bei der Totalendoprothesenoperation des Kniegelenks [24]. Hierbei wird häufig der N. femoralis-Katheter als kontinuierliches Verfahren mit zusätzlicher Möglichkeit der patientenkontrollierten Zusatz-Bolus-Applikation geführt, während der N. ischiadicus-Katheter als single-shot Verfahren nach Wirkdauer durchgeführt wird.

Das Anwenden eines pNK ist immer wieder Gegenstand kontroverser Diskussion. Operateure bemängeln eine lange Vorbereitungszeit und damit einhergehenden Verzögerungen im OP-Saal, Anästhesisten widersprechen dieser Behauptung und berufen sich zusätzlich auf die hervorragende Analgesie in den ersten postoperativen Stunden [25]. Sowohl in benötigter Wirkstoffmenge, als auch der resultierender Schmerzintensität sind pNK einem Placebo überlegen [26, 27]. Gleiches gilt für den Vergleich mit systemisch wirksamen Analgetika, die postoperativ zum Einsatz kommen, wie in mehreren Studien nachgewiesen werden konnte [28-30]. Allerdings zeigt auch eine Studie von 2010, die als Dissertationsschrift der Universität Kiel publiziert wurde, dass diese positiven Ergebnisse in Hinblick auf die Schmerzreduktion deutlich von der Wirkdauer des eingesetzten Lokalanästhetikums abhängig sind und insofern nur für die akute postoperative Phase der ersten 24 Stunden zutrifft, hier allerdings als single-shot-Verfahren. Hiernach gleichen sich die gemessenen Schmerzintensitäten aneinander an [25].

2.2.3. Nicht invasive PCA Verfahren

Der Vorteil nicht invasiver Vorgehensweisen liegt in der nicht vorhandenen Integritätsverletzung des Körpers [31]. Da diese Formen der Analgesie über Dermis und Mukosa aufgenommen werden, ist das Infektions- und Verletzungsrisiko deutlich verringert.

Iontophoretisches patientenaktiviertes transdermales System: Auch iontophoretisches Fentanyl war ein nichtinvasives PCA-Verfahren, das zunächst wegen eines Fehlers im System zeitweise [32], und inzwischen gänzlich vom Markt entfernt wurde.

Sublinguale PCA: Mit Zalviso® wurde 2016 eine neuartige Methode zur postoperativen Schmerztherapie eingeführt. Hierbei werden sublingual applizierte Sufentaniltabletten vom Patienten selbst mithilfe eines Applikationsgeräts verabreicht [33]. Der Patient trägt eine Daumenpflaster mit Radio Frequency Identification Chip (RFID), der nur den Patienten selbst dazu befugt, eine Applikation zu veranlassen. Um Über- oder Doppeldosierungen zu vermeiden, ist das System nach Tablettenabgabe für zwanzig Minuten geblockt. Die Höchsteinsatzdauer des Systems beträgt zweiundsiebzig Stunden, danach deaktiviert es sich eigenständig. Die Anwendung von Zalviso ist auf klinische Settings beschränkt.

Giaccari et al. führten eine umfassende Auswertung von 16 Studien mit 2311 Patienten durch, die das sublinguale Sufentanil-Tabletten-System (SSTS) bewerteten. Die Ergebnisse zeigten, dass 24 Stunden nach durchgeführten Operationen die Numeric Rating Scale durchweg auf unterhalb 4 lag. Die Daten bestätigen die Sicherheit und Verträglichkeit von SSTS mit suffizienter Schmerztherapie, großer Akzeptanz und sehr großer Patientenzufriedenheit [34].

In einer randomisierten Parallelgruppenstudie untersuchten Melson et al. über 300 Patienten verschiedener amerikanischer Kliniken. Eine Gruppe wurde mit SSTS, 15 Mikrogramm Sufentanil, behandelt, die andere mit 1mg intravenös verabreichtem Morphin, ebenfalls patientenkontrolliert [35]. Innerhalb dieser Untersuchung wurde erkannt, dass SSTS die Schmerzintensität deutlich rascher und auch wirksamer verringern konnte, und dass SSTS im Vergleich zur PCiA eine signifikante Überlegenheit bei der Patientenbewertung und ebenso eine signifikante Überlegenheit bei der Bewertung durch Fachpersonal erhielt [35].

Durch die orale Applikation entfällt das Risiko einer Dislokation, wie es bei intravenösen Applikationen der Fall sein kann und bietet so womöglich den Vorteil, mit weniger personellem Aufwand durchgeführt werden zu können. Dieser Umstand macht SSTS zu einem Verfahren, das für den Akutschmerzdienst und Patienten einen Vorteil zu bieten scheint.

Dieses System ist seit Mai 2021 auf dem europäischen Markt nicht mehr erhältlich, allerdings nicht aufgrund medizinischer oder pharmakologischer Aspekte (Stand 2023).

Intranasale PCA: Die großflächige Mukosa der Nase ist in der Lage, Medikamente rasch aufzunehmen und daher eine weitere vielversprechende Verabreichungsmethode für Analgetika. Dies wird als patientenkontrollierte intranasale Analgesie bezeichnet [36]. Unterschiedliche Applikationsinstrumente stehen zur Verfügung, Fentanyl dient hierbei als gängiger Wirkstoff.

2.3. Schmerzdienst und Pflegerischer Schmerzexperte

Für eine wirksame und patientenzentrierte Behandlung postoperativer Schmerzen wird in einer Vielzahl von Kliniken ein Akutschmerzdienst eingesetzt.

Nachdem Schmerzen nach operativen Eingriffen in früheren Zeiten als unumgänglich betrachtet wurden, rückte die Akutschmerzbehandlung im Laufe der letzten Dezentennien immer weiter in den Vordergrund.

Bereits 1976 fand eine Schmerzdienstempfehlung Erwähnung in einem veröffentlichten Artikel [37], ungefähr 10 Jahre später wurden erstmals Erfahrungen mit einem solchen publiziert. So hatte sich in Kiel 1985 ein anästhesiologischer Akutschmerzdienst entwickelt [38]. England und die USA verlangten Anfang der Neunziger Jahre nach einem flächendeckenden Einsatz solcher Schmerzdienste, 1997 wurde dies auch in Deutschland gefordert [39].

Im Rahmen des deutschen Schmerzkongresses 2017 wurden drei elementare Aufgabenkreise benannt. Bereitstellen invasiver schmerzlindernder Verfahren, Abgeben ärztlicher Einschätzungen, auch Konsiliartätigkeit genannt, sowie die ärztliche Begleitung der analgetischen Therapie des Patienten, auch Liaison-tätigkeit genannt [40]. Von dem Begriff „Akutschmerzdienst“ wird seitdem zugunsten des Begriffs „Schmerzdienst“ Abstand genommen. In den letzten Jahrzehnten wurden unterschiedliche Richtlinien zur Strukturierung eines Schmerzdienstes erstellt, dadurch konnte nachweislich der höchst empfundene Schmerz verringert und das Wohlempfinden der Behandelten gesteigert werden [41].

Eine weitere Innovation ist nennenswert: die Etablierung speziell geschulten Pflegepersonals, welches durch eine Zusatzausbildung erweiterte schmerztherapeutische Kenntnisse erworben hat, eine Verbindung zwischen Patient, Pflegepersonal, Anästhesisten sowie den Operateuren zu schaffen vermag und damit die Interdisziplinarität des Schmerzdienstes unterstreicht. Die Zahl der auf Schmerzlinderung spezialisierte Pflegekräfte hat in der Vergangenheit zwar zugenommen, dem Fachstandard „Schmerzmanagement in der Pflege bei akuten Schmerzen“ wird jedoch nur in ungefähr in 30% der befragten Kliniken entsprochen [42]. Fachliterarisch und ebenso im Folgenden wird für dieses speziell geschulte Personal die Bezeichnung des Pflegerischen Schmerzexperten verwendet [42].

Für die bestmögliche Patientenbehandlung wird empfohlen, dass rund um die Uhr eine spezialisierte Kontaktperson zur Verfügung steht [43].

Der PSE erweitert die Kompetenzen des Akutschmerzdienstes, die vor allem in Instandhaltung der verwendeten Systeme bestehen, beispielsweise um ausführliche Schmerzanalysen. Er führt ausführliche Schmerzintensitätserhebungen durch und zeichnet die Ergebnisse gesammelt auf, sodass gegebenenfalls Diagnosen angepasst und spezifische Behandlungspläne angefertigt werden können. Die Behandelten werden selbst in diese Prozesse aktiv eingebunden [44].

2.4. OPS Akutschmerztherapie

Akute Schmerztherapie soll in der Klinik gemäß der OPS 89 19 behandelt werden [45]. Diese OPS schafft allerdings kein zusätzliches Entgelt.

Postoperative Schmerztherapie ist aufwendig, zeitintensiv und mit dem Vorhalten eines Schmerzdienstes auch personalintensiv, wird aber nicht gesondert entgolten. Es liegt daher im wirtschaftlichen Interesse, mit möglichst wenig Personal möglichst viele zu versorgende Schmerzpatienten zu erreichen. Dies ist nur möglich, wenn die Personalbindungszeiten für das gewählte Verfahren kurz sind. Da in einem Krankenhaus die Personalkosten bei den höchsten Ausgaben liegen (im Jahr 2019 bei 66% der Gesamtkosten eines Krankenhauses [46]), sollte der personelle Aufwand für zusätzliche Leistungen, die nicht gesondert entgolten werden, gering sein. Wenn die Verfahren der postoperativen Schmerztherapie in ihrer Effizienz medizinisch vergleichbar und ethisch vertretbar sind, kann ein Entscheidungskriterium die Personalbindungszeit sein, da sie der kostentreibende Faktor ist. Es gibt allerdings nur sehr wenige Studien, die diesen Aspekt bisher untersucht haben. Fanelli und Ruggeri et al. untersuchten 2016 an 9 italienischen Krankenhäusern 15 verschiedene Verfahren zur postoperativen Schmerztherapie im Hinblick auf Zeitintensität und Kosten [47].

Die meisten dieser 15 verschiedenen Verfahren zur postoperativen Schmerztherapie werden allerdings durch keine Leitlinie oder Expertenexpertise empfohlen. Diese Untersuchung wurde im November 2015 und Dezember 2015 durchgeführt, sodass zu diesem Zeitpunkt das zuletzt neueste Verfahren zur postoperativen Schmerztherapie, die SSTS, in Europa noch nicht zugelassen war und insofern in dieser Studie nicht berücksichtigt werden konnte. Stattdessen wurden Verfahren wie intravenös auf Anforderung, intravenös nach Zeitplan, intramuskulär auf Anforderung, intravenös rund um die Uhr, oral nach Aufforderung, oral rund um die Uhr, kontinuierliche Infusion, PCiA, single shot Epiduralanästhesie, kontinuierliche Epiduralanästhesie, Nervenblockade als single shot, kontinuierliche Nervenblockade und Wundinfiltration berücksichtigt [47].

Das Ergebnis zeigt im Hinblick auf die Medikamentenkosten, dass die intramuskuläre Bolusapplikation mit 1,28 € die billigste und die kontinuierliche Nervenblockade mit 114,18 € die teuersten Verfahren sind. Die PCiA rangiert bei den Medikamentenkosten mit 24,91 € im Mittelfeld [47].

Im Hinblick auf die Verbrauchsmaterialien ist die orale Analgesie nach Bedarf mit 0,-Euro die billigste, wohingegen die kontinuierliche Nervenblockade mit 25,85 € die teuerste ist. Die PCiA liegt mit 7,06 € im oberen Bereich der Ausgaben für Verbrauchsmaterialien [47].

Bei der Analyse der Personalbindungszeiten wurde zwischen Anästhesist, Operateur, Stationschwester und Schmerzdienst unterschieden. Der Anästhesist war zwischen 0 Minuten (single shot-intramuskuläre und orale rund um die Uhr) und 73,88 Minuten bei der kontinuierlichen Nervenblockade involviert, während der Schmerzdienst bei der Hälfte der 15 verschiedenen Verfahren gar nicht beteiligt und maximal bei der PCiA mit 69,5 Minuten involviert war [47].

Wenn man die Prozesszeiten zusammenrechnet, sind Anästhesist und Schmerzdienst bei der PCiA 120 Minuten und bei der kontinuierlichen Nervenblockade 105 Minuten involviert. Damit stellen diese beiden Verfahren die Verfahren mit der höchsten Personalbindungszeit dar. Insofern errechnen sich aus Medikamentenkosten, Verbrauchsmaterialien und Personalbindungszeit laut dieser Studie sehr unterschiedliche Gesamtkosten für die einzelnen Verfahren zur postoperativen Schmerztherapie. Die Gesamtkosten für eine orale Schmerztherapie nach Bedarf waren mit 8,23 € insgesamt am billigsten, die teuersten Verfahren für die postoperative Schmerztherapie waren mit 322,85 € die kontinuierliche Nervenblockade, die kontinuierliche Epiduralinfusion mit 300,53 € und die PCiA mit 277,63 € [47].

Auch wenn Medikamentenkosten, Kosten für Verbrauchsmaterialien und Personalkosten europaweit nicht miteinander vergleichbar sind, zeigt diese Studie von 2016 dennoch, dass bei allen Verfahren zur postoperativen Schmerztherapie nicht die Medikamentenkosten und nicht die Verbrauchsmaterialien, sondern die Personalkosten, äquivalent durch die Messung der Personalbindungszeiten, die treibenden Faktoren für die Gesamtkosten sind [47]. Dies war auch in einer Studie von Eberhart et al. erkennbar, in der zeitlicher Aufwand und Kosten durch Übelkeit und/oder Erbrechen analysiert wurde [48].

Es ist daher opportun bei der wirtschaftlichen Betrachtung eines Therapieverfahrens auf die Personalbindungszeiten zu schauen, weil sie den Großteil der Gesamtkosten ausmachen, sowohl beim Pflegepersonal, als auch beim ärztlichen Personal. Eine optimale postoperative Schmerztherapie soll ein ausgewogenes Verhältnis zwischen effizienter Analgesie und Wirtschaftlichkeit ergeben.

Außerdem gibt es mit der SSTS seit April 2016 ein Verfahren zur postoperativen Schmerztherapie, das womöglich einen geringeren Personalaufwand bedarf. Dieser Aspekt wurde bisher in keiner Studie untersucht.

2.5. Hypothese und Fragestellung

Hypothese:

Die postoperative Schmerztherapie mit SSTS ist vom personellen Aufwand, gemessen durch Personalbindungszeiten, weniger zeitintensiv als PCiA oder pNK.

Fragestellungen:

- Welche Personalbindungszeiten weisen sublinguale Sufentanil PCA verglichen mit intravenöser PCA und mit Regionalanästhesie auf?
- Wie viel Zeit nehmen die einzelnen Prozessschritte bei den verschiedenen Verfahren in Anspruch und unterscheiden sich die einzelnen Verfahren hierdurch voneinander?
- Ist eines der 3 Verfahren zur postoperativen Schmerztherapie im Hinblick auf die gesamte Personalbindungszeit oder einzelner Prozessschritte den anderen Verfahren überlegen?

3. Material und Methoden

3.1. Aufbau der Studie

Die durchgeführte Untersuchung ist eine aktivitätsbezogene, nicht-interventionelle Studie (ABS, activity-based study), in welcher Prozesszeiten erhoben und ausgewertet werden. Insofern wird im weiteren Verlauf der Terminus „Prozesszeitenanalyse“ (PZA) benutzt.

3.2. Ethik

Es wurden weder therapie-, noch patientenbezogene Daten erhoben, somit handelte es sich um keine Arzneimittelstudie und um keine Studie an menschlichen Daten. Bei Messungen der Prozesszeiten blieb der jeweilige Patient stets unberührt und undokumentiert, die Untersuchung nahm vor allem auch keinen Einfluss auf die Behandlung oder den Verlauf der Schmerztherapie, die ausschließlich als PCA angeboten wurde.

Die Daten waren vollständig anonymisiert, die Datenerhebungsbögen enthielten keine Patientennamen oder -kürzel, sodass ab der Trennung von Datenerhebungsbogen und Patientenakte keine Rückverfolgung auf einzelne Patienten möglich war.

Nach der Promotionsordnung vom 31.03.2021 ist eine Beratung rein retrospektiver Promotionsvorhaben nicht mehr notwendig (siehe §9 Abs. 2 lit. f der Promotionsordnung) und hat nicht stattgefunden, lediglich wurde in den einzelnen Zentren die Personalabteilung informiert, um der Mitarbeitervertretung MAV potentiell die Möglichkeit eines Votums einzuräumen.

Die ethischen Richtlinien der Deklaration von Helsinki wurden in vollem Maße beachtet.

3.3. Rekrutierung

Die Datenerhebung fand an fünf verschiedenen deutschen Krankenhäusern statt (Klinikum Bayreuth, Universitätsklinik Marburg, Klinikum Oberberg Gummersbach, GFO Kliniken Rhein-Berg Bergisch Gladbach, Klinikum Neubrandenburg). Die Größe der teilgenommenen Krankenhäuser reicht von 320 Betten bis zu 1.100 Betten und wurde absichtlich in dieser Weise gewählt, um eine breite Repräsentanz der deutschen Krankenhauslandschaft zu gewährleisten. Darüber hinaus wurden nur die Krankenhäuser ausgewählt, an denen alle drei Technologien zur postoperativen Schmerztherapie (1. patientengesteuerte intravenöse Analgesie (PCiA), 2. PCA mit sublingualem Sufentanil Tablettensystem (SSTS) und 3. PCA über peripheren Nervenkatheter (pNK)) gleichermaßen vorhanden und verwendet wurden. Die Datenerhebung wurde solange durchgeführt, bis eine repräsentative Anzahl an Beobachtungen erreicht wurde, wobei jedes Krankenhaus ca. 40 Beobachtungen pro Verfahren dokumentieren sollte.

Die Auswahl der teilnehmenden Krankenhäuser berücksichtigte folgende Kriterien:

- a) Teilnahme an der geplanten PZA
- b) Ausreichende Kompetenz und Wissen in der Behandlung von Patienten mit SSTS, PCiA und pNK

c) Mindestens 20 Patienten, die mit SSTS, PCiA und/oder pNK innerhalb von 6 Monaten behandelt werden.

Alle beteiligten Personen des spezialisierten Schmerzdienstes (specialized pain service (SPS) bestehend aus Ärzten, Schmerzpflegenden, Anästhesiepflegenden) der teilnehmenden Kliniken nahmen an den initialen Workshops und Trainings teil, um das allgemeine Verständnis für die Untersuchung und die geforderte Teilnahme zu sichern. Es wurden ausschließlich staatlich lizenzierte Behandelnde am Patientenprozess beteiligt, eine weitere Differenzierung wurde nicht als nötig erachtet.

Ein- und Ausschlusskriterien für Patienten:

Durch das nicht-interventionelle Studiendesign einer PZA wurden keine Ein- und Ausschlusskriterien für Patienten festgelegt.

3.4. Durchführung

In der vorliegenden Studie wurden drei Arme untersucht:

Patienten, die das SSTS,

Patienten, die eine PCiA sowie

Patienten, die einen pNK erhielten.

Der SPS dokumentierte hierbei, wie viel Zeit die einzelnen Prozessschritte in Anspruch nahmen. Da die gemessene Zeit der einzelnen Prozessschritte ausschließlich personell bezogen, und nicht etwa durch automatisierte Schritte von Maschinen/Computern/Robotern/ etc. bedingt war, kann die daraus resultierende Prozesszeit ebenso als Personalbindungszeit beschrieben werden.

Die einzigen patientenbezogenen Daten waren die Dokumentation der Risikoeinschätzung nach ASA (American Society of Anesthesiologists).

Im Rahmen von zwei Workshops, die in Münster und Marburg stattfanden (Prof. Dr. E. Pogatzki-Zahn, Zentrum der Anästhesiologie der Universität Münster sowie Prof. Dr. L. Eberhardt, Zentrum der Anästhesiologie der Uniklinik Marburg), wurde die Aufteilung des Gesamtprozesses sowohl von SSTS, PCiA als auch pNK in folgende 5 unterschiedliche, separat betrachtete Prozessschritte A bis E festgelegt, die aber für alle 3 Verfahren identisch definiert sind:

A Bereitstellung/Vorbereitung: Nachdem durch den behandelnden Arzt in Übereinkunft mit dem Patienten festgelegt wurde, dass der Patient mit einer PCA zur postoperativen Schmerztherapie behandelt werden soll, bereitete der SPS des Schmerzdienstes die entsprechende Technologie vor. Der SPS richtete alle notwendigen Materialien ein und bereitete das Gerät gemäß der Standards vor (Dispenser für SSTS oder Schmerzpumpe für PCiA oder Schmerzpumpe für pNK). Das Medikament wurde aus dem Vorrat entnommen und die entsprechende Pumpe damit gefüllt.

Zusätzlich (nur bei pNK): Anlage des peripheren Nervenkatheters: Mit Eintreffen des Patienten im Anästhesieeinleitungsraum bereitete der SPS alle Materialien für die Anlage eines pNK vor. Der Patient wurde steril abgewaschen und steril abgedeckt, woraufhin der Anästhesist den peripheren Nervenkatheter an der entsprechenden Stelle anlegte. Nach der Initialdosis und der sterilen Fixation des Katheters wurde der Patient dem operativen Eingriff zugeführt.

B Übergabe an den Patienten: Sobald der Patient während des Prämedikationsgesprächs durch den Anästhesisten über das potentielle Verfahren informiert, eingewiesen und geschult wurde, sollte er ausreichend Basiswissen über die ausgewählte Technologie besitzen. Der SPS im Aufwachraum initiierte den Gebrauch am Patienten und übergab ihm die Kontrolle. Der Patient benutzte die entsprechende Technologie entsprechend seiner Bedürfnisse. Dennoch konnte zur Übergabe auch noch einmal eine kurze Schulung/Gebrauchsanweisung gehören, in jedem Fall überzeugte sich der SPS über die Fähigkeit, das gewählte System ordnungsgemäß zu benutzen.

C Durchgeführte Therapie/Visiten: Nachdem der Patient den initialen Gebrauch durchgeführt hat, evaluierte der Schmerzdienst durch regelmäßige Visiten am Patientenbett die gegenwärtigen Schmerzen und passte die Schmerztherapie gegebenenfalls an. Die hierfür benötigten Aktivitäten wurden in der Patientenakte dokumentiert. 2 planmäßige Visiten pro Patient und pro Tag waren obligat, so wie es die OPS 8-919 (s.o.) vorsieht. Zusätzliche Visiten konnten auf Anfrage eingefordert werden und wurden als „abweichende Visiten“ oder „außerplanmäßige Visiten“ deklariert, z.B. bei technischen Problemen. In dieser Phase wurden ebenso die etwaigen Beschäftigungen mit technischen Problemen wie Batteriewechsel oder mit der Technologie in Zusammenhang stehenden Bedürfnisse gelöst, wie auch in den Akten vermerkt.

D Therapieende: Wenn sich Patient und Arzt entschlossen, dass die postoperativen Schmerztherapie beendet werden sollte, diskonnektierte der SPS das System und schaltete die Technologie ab. Jedes systemimmanente Zubehör wurde entfernt und überschüssiges Opioid gemäß der gängigen und vorgeschriebenen Regelung entsorgt.

E Aufbereitung: Die Technologie wurde im Anschluss an die Therapie gereinigt, ggf. Akkus wieder aufgeladen, für den Wiedergebrauch überprüft und am geeigneten Ort gelagert.

3.5. Datenerhebung

Für die Dokumentation der selbstgemessenen Zeit wurde ein/e vorab definierte/r Datensammelform/Sequenzhebungsbogen (Data collection form, DCF) verwendet. (siehe Anhang, hier exemplarisch: DCF zur PCiA - Prozessschritt A, Aufbau der DCFs waren für alle 3 Verfahren identisch und wiesen nur einzelne verfahrensspezifische Unterschiede auf). Die DCF beinhalteten die zuvor beschriebenen 5 Prozessschritte A bis E. Sie wurden so angelegt, dass der SPS den DCF effizient und mit jeder nötigen Information ausfüllen konnte. So konnte der SPS auch in freien Feldern handschriftlich z.B. den Grund für eine außerordentliche Visite vermerken. Der DCF wurde in Zusammenarbeit mit den Schmerzpflegekräften und den Ärzten entwickelt und fasste auf einem Maximum von vier beidseitig bedruckten Seiten alle Informationen zusammen. Die Anwender wurden, wie bereits beschrieben, zuvor mit den Prozessen und den einzelnen Aktivitäten vertraut gemacht und in der Anwendung und Datenerhebung geschult.

Für jede Aufgabe stellte der DCF die Möglichkeit, mehrere Zeitdauern zu dokumentieren:

1. Die Zeit in Sekunden für eine spezifische Aktivität. Diese Information bezieht sich auf den Unterschied zwischen der Zeit, als die Aktivität gestartet wurde (Start) und der Zeit, als die Aktivität beendet wurde (Stopp).

2. Die Zeit, die für einen bestimmten Prozessschritt benötigt wurde. Diese Information bezieht sich auf die Gesamtzeit in Sekunden, die der SPS benötigt hat, um den vorbestimmten gesamten Prozessschritt zu bearbeiten. Es wurde für jeden Prozessschritt die Zeit von Start des Prozesses bis Ende des Prozesses gemessen. Dies bedeutet z.B. im Prozessschritt A, dass für den pNK z.B. die Anlage durch den Arzt mitgemessen wurde.

Die benötigte Zeit wurde durch Selbstmessung mit einer Stoppuhr ermittelt. Die Datenerhebung der benötigten Zeiten wurde, anstelle von einer dritten Person, durch den für die entsprechende Aktivität verantwortlichen SPS durch Selbstaufzeichnung durchgeführt.

3.6. Datenanalyse

Alle ermittelten Zeiten aus den Sequenzhebungsbögen wurden in einer Microsoft Excel Datenbank gelistet und gesammelt. Alle Zeiten wurden von Sekunden auf Minuten transkribiert.

Die Microsoft Excel Datenbank beinhaltet neben dem teilnehmenden Krankenhaus, dem PCA-Verfahren SSTS, PCiA oder pNK, dem ASA Score des dahinterstehenden Patienten, die Gesamtzeit über alle fünf Prozessschritte, die Gesamtzeit ohne die Visitenzeiten, die Zeit für die Bereitstellung, Übergabe an den Patienten, Therapie/Visite, Abbau des Verfahrens/ Ende der Therapie, Aufbereitung der PCA-Pumpe, die Anzahl der durchgeführten Visiten, die Verweildauer des jeweiligen Verfahrens am Patienten, die durchschnittliche Zeit pro einzelner Visite in Minuten pro Visite und die Anzahl der abweichenden Visiten.

3.7. Statistik

Die Werte aus den Sequenzerhebungsbögen wurden bearbeitet, übertragen und berechnet. Hierbei war Dr. rer. medic. Dr. rer. nat. Dipl.-Biol. Kija Shah-Hosseini, Zentrum für Medizinische Statistik und Bioinformatik des Klinikums Universität Köln in supervidierender Funktion unterstützend.

In Mittelwerten, Standardabweichungen, Minimum und Maxima sowie Anzahl gültiger Werte fanden kontinuierliche Daten ihre Darstellung, kategoriale Daten in prozentualen Häufigkeiten.

Intraindividuellen Differenzen zwischen den PCA Verfahren und zwischen den Prozessschritten wurden mithilfe eines Wilcoxon-Vorzeichen-Rang-Test auf signifikante Unterschiede auf dem Niveau $\alpha=5\%$ untersucht und grafisch dargestellt.

Hierbei gilt ein p-Wert von $\leq 5\%$ als signifikant (in Abbildungen durch * gekennzeichnet), ein p-Wert von $\leq 1\%$ als sehr signifikant (in Abbildungen durch ** gekennzeichnet) sowie ein p-Wert $\leq 0,1\%$ als hoch signifikant (in Abbildungen durch *** gekennzeichnet).

4. Ergebnisse

Es wurden zwischen Dezember 2016 und Juli 2017 insgesamt 162 PZA für SSTS und 154 für PCiA dokumentiert und es wurden zwischen Mai 2018 und Dezember 2018 insgesamt 84 PZA für pNK dokumentiert. Somit liegen PZA von 400 Untersuchungen von Dezember 2016 bis Dezember 2018 vor.

4.1. Risikoeinteilung nach ASA

Die mittleren ASA Scores von PCiA-Patienten lagen bei 2,08, von SSTS-Patienten bei 2,10 und von pNK-Patienten bei 2,21 (Abb.1). Es lagen keine statistischen Unterschiede zwischen den Gruppen vor.

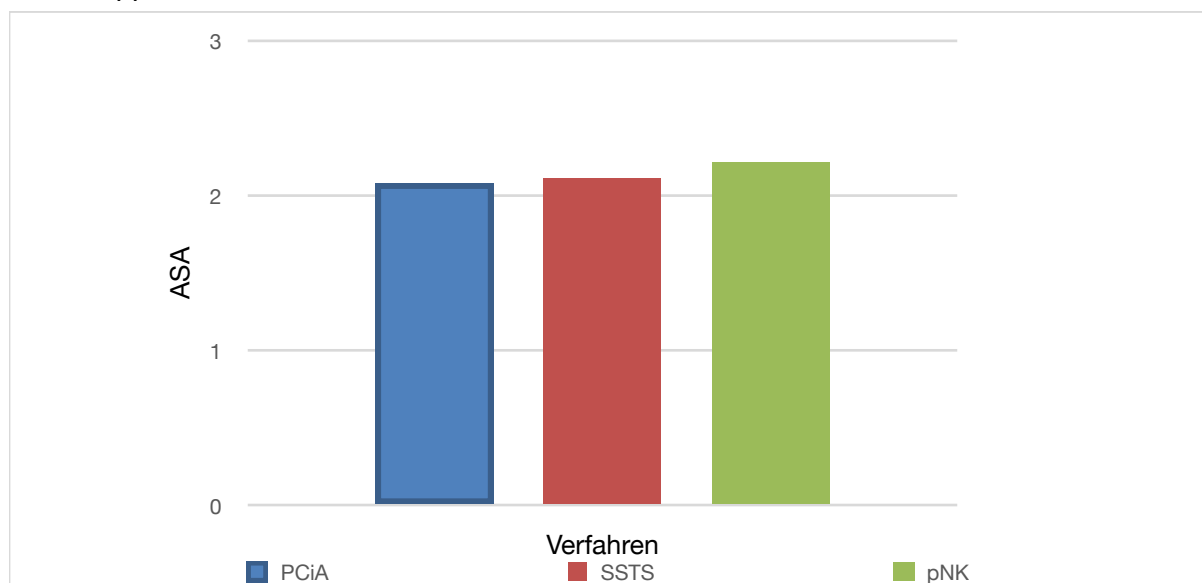


Abb.1: mittlere ASA Scores der verschiedenen Behandlungsgruppen

4.2. Risikoeinteilung ASA und Behandlungsgruppe

Die meisten Patienten der mit PCiA behandelten Gruppe gehörten in Risikogruppe ASA 2. Die prozentuale Verteilung der Risikoeinteilung nach ASA war in der mit PCiA behandelten Gruppe bei 13% für ASA 1, 66,2% für ASA 2 und 20,8% für ASA 3 (Abb.2).

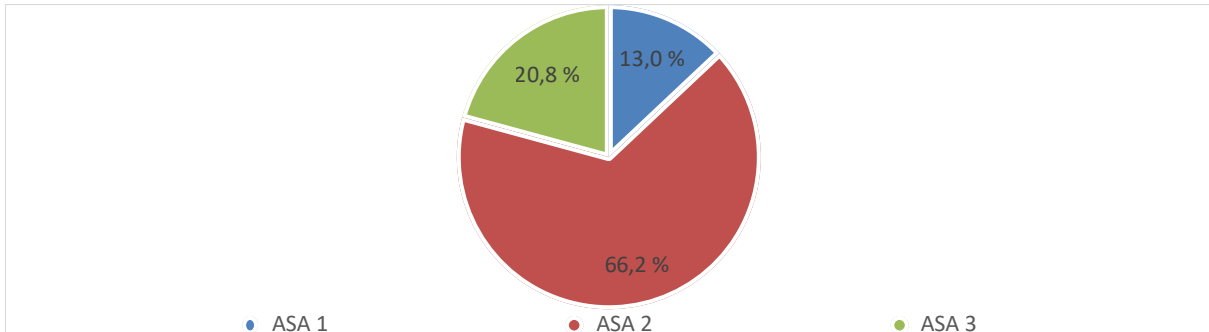


Abb.2: ASA Scores der mit PCiA behandelten Patienten

Die meisten Patienten der mit SSTS behandelten Gruppe gehörten in Risikogruppe ASA 2. Die prozentuale Verteilung der Risikoeinteilung nach ASA war in der mit SSTS behandelten Gruppe bei 9,9% für ASA 1, 69,8% für ASA 2, 20,4% für ASA 3 (Abb.3).

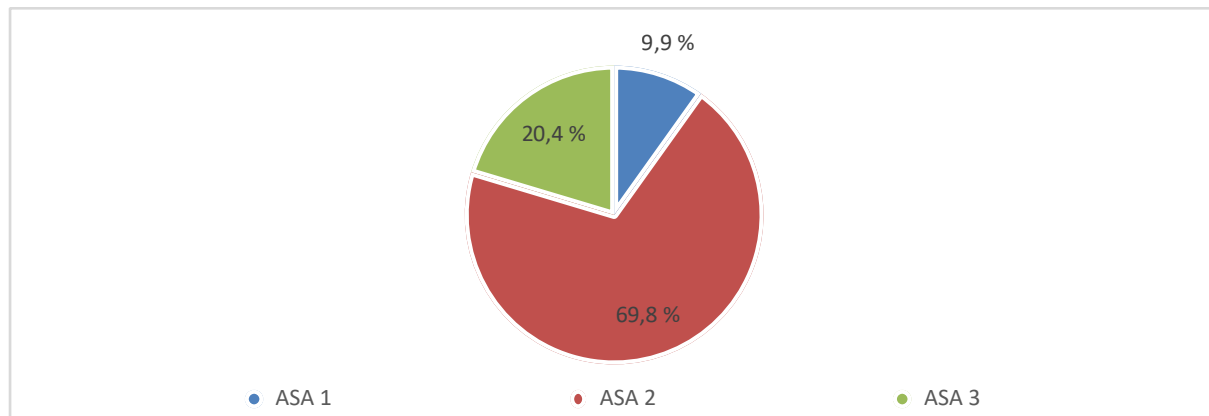


Abb.3: ASA Scores der mit SSTS behandelten Patienten

Die meisten Patienten der mit pNK behandelten Gruppe gehörten in Risikogruppe ASA 2. Die prozentuale Verteilung der Risikoeinteilung nach ASA war in der mit pNK behandelten Gruppe bei 10,7% für ASA 1, 57,1% für ASA 2 und 32,1% für ASA 3 (Abb.4).

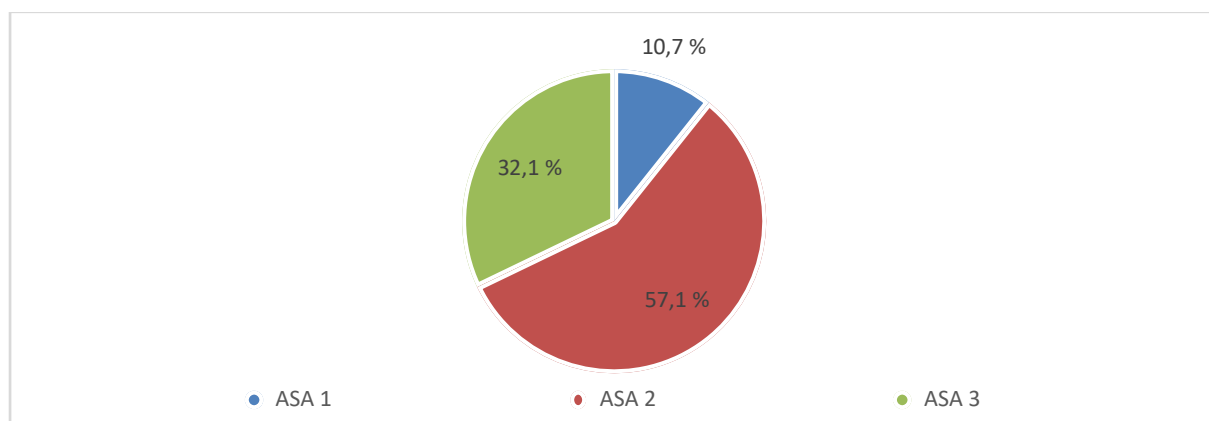


Abb.4: ASA Scores der mit pNK behandelten Patienten

4.3. Personalbindungszeiten

4.3.1. Personalbindungszeit gesamt über alle Prozessschritte

Die meiste Personalbindungszeit erforderte die mit pNK behandelten Gruppe. Die gesamte Personalbindungszeit (min) als Summe der 5 Prozessschritte A bis E betrug für die Patienten der PCiA-Gruppe 48,9 min. (SD 1,4, Median 46,0, Min-Max 21,0-145,9), für die Patienten der SSTS-Gruppe 35,6 min. (SD 0,7, Median 34,6, Min-Max 19,4-77,0), für die Patienten der pNK-Gruppe 83,5 min. (SD 1,3, Median 80,0, Min-Max 60,0-115,0) (Abb.5)

Die mit SSTS behandelte Gruppe benötigte signifikant weniger Gesamtpersonalbindungszeit verglichen mit den beiden anderen Gruppen. Der Unterschied zwischen der gesamten Personalbindungszeit der PCiA-Gruppe verglichen mit der SSTS-Gruppe war hochsignifikant ($p \leq 0,001$), der Unterschied zwischen der pNK-Gruppe und der SSTS-Gruppe war ebenfalls hochsignifikant ($p \leq 0,001$), und auch der Unterschied zwischen der pNK-Gruppe und der PCiA-Gruppe war hochsignifikant ($p \leq 0,001$).

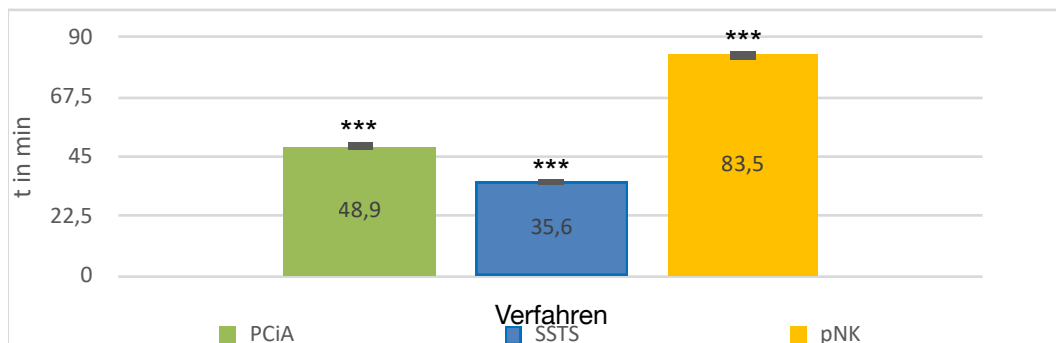


Abb.5: Gesamtpersonalbindungszeiten verschiedener Behandlungsgruppen

4.3.2. Personalbindungszeit gesamt über alle Prozessschritte ohne

Visitenzeiten

Die meiste Personalbindungszeit abzüglich der Visitenzeiten (Prozessschritt C) erforderte die mit pNK behandelten Gruppe. Die Personalbindungszeit (min) ohne die Visite, entsprechend der Summe der Prozessschritte A+B+D+E betrug für die Patienten der PCiA-Gruppe 22,2 min. (SD 0,4, Median 21,39 , Min-Max 14,0-39,0), für die Patienten der SSTS-Gruppe 15,1 min. (SD 0,28, Median 14,63, Min-Max 9,0-26,0), für die Patienten der pNK-Gruppe 54,0 min. (SD 1,38 , Median 52,0 , Min-Max 22,0-115,0) (Abb.6)

Die mit SSTS behandelte Gruppe benötigte signifikant weniger Gesamtpersonalbindungszeit ohne Visiten verglichen mit den beiden anderen Gruppen. Der Unterschied zwischen der Personalbindungszeit ohne Visite der PCiA-Gruppe verglichen mit der SSTS-Gruppe war hochsignifikant ($p \leq 0,001$), der Unterschied zwischen der pNK-Gruppe und der SSTS-Gruppe war ebenfalls hochsignifikant ($p \leq 0,001$), und auch der Unterschied zwischen der pNK-Gruppe und der PCiA-Gruppe war hochsignifikant ($p \leq 0,001$).

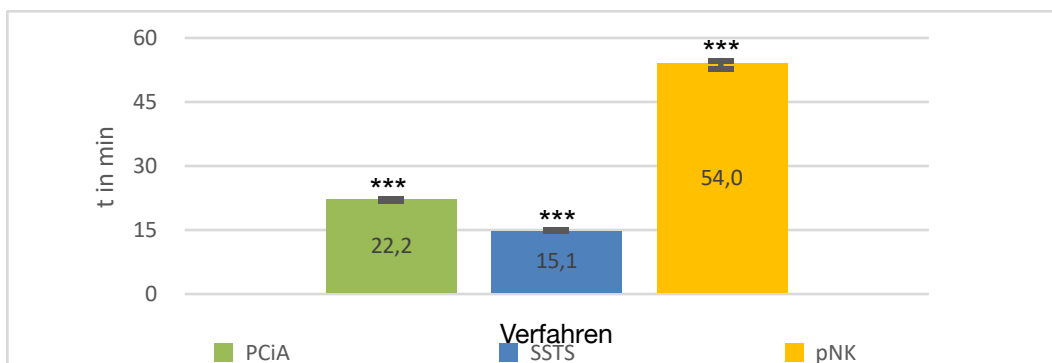


Abb.6: Gesamtpersonalbindungszeiten abzüglich der Visitenzeiten

4.3.3. Personalbindungszeit nach Prozessschritten bei PCiA

Für die PCiA entstand eine durchschnittliche Personalbindungszeit von insgesamt 48,9 Minuten, ohne Berücksichtigung der Visiten eine Bindungszeit von 22 Minuten. Diese Ergebnisse wurden bereits in Abb.5 und Abb.6 dargestellt. Bei der Betrachtung lediglich der 5 verschiedenen Prozessschritte nahm Prozessschritt C (Visiten) mit 26,7 Minuten und Prozessschritt A (Bereitstellung) mit 8,9 Minuten die meiste Prozesszeit in Anspruch. Die Übergabe (Prozessschritt B) nahm 4,9 Minuten, der Abbau (Prozessschritt D) 4,6 Minuten und die Aufbereitung (Prozessschritt E) 3,9 Minuten in Anspruch (Abb.7).

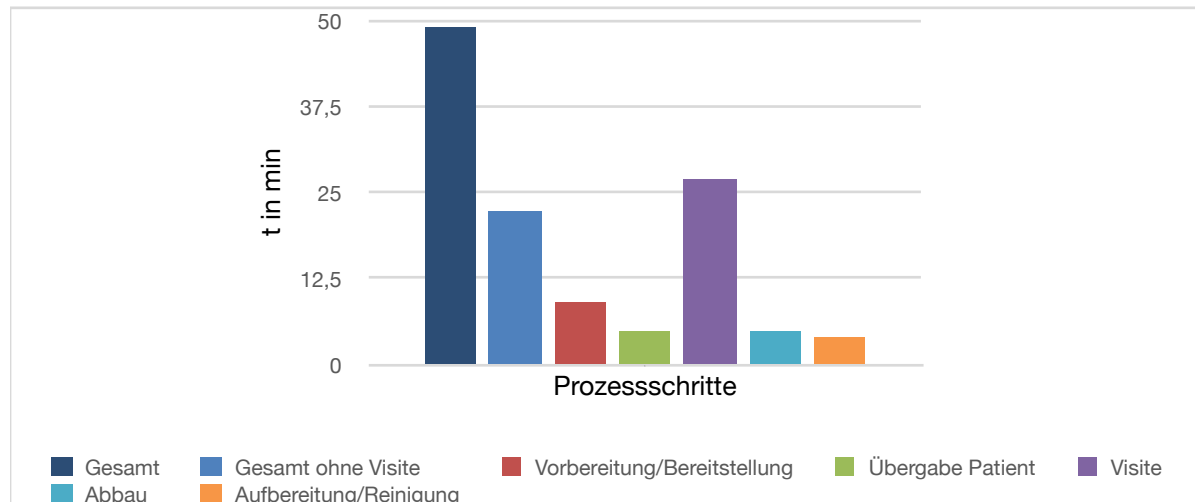


Abb.7: Bindungszeiten der PCiA-Methode, Prozessschritte im Vergleich

4.3.4. Personalbindungszeit nach Prozessschritten bei SSTS

Für die SSTS PCA entstand eine durchschnittliche Personalbindungszeit von insgesamt 35,6 Minuten, ohne Berücksichtigung der Visiten eine Bindungszeit von 15,1 Minuten. Diese Ergebnisse wurden bereits in Abb.5 und Abb.6 dargestellt. Bei der Betrachtung lediglich der 5 verschiedenen Prozessschritte nahm Prozessschritt C (Visiten) mit 20,5 Minuten die meiste Zeit in Anspruch. Die anderen Prozesszeiten waren 4,4 min. für Prozessschritt A (Bereitstellung), 4,2 min. für Prozessschritt B (Übergabe), 3,4 min. für Prozessschritt D (Abbau) und 3,1 min. für Prozessschritt E (Aufbereitung) in Anspruch (Abb.8).

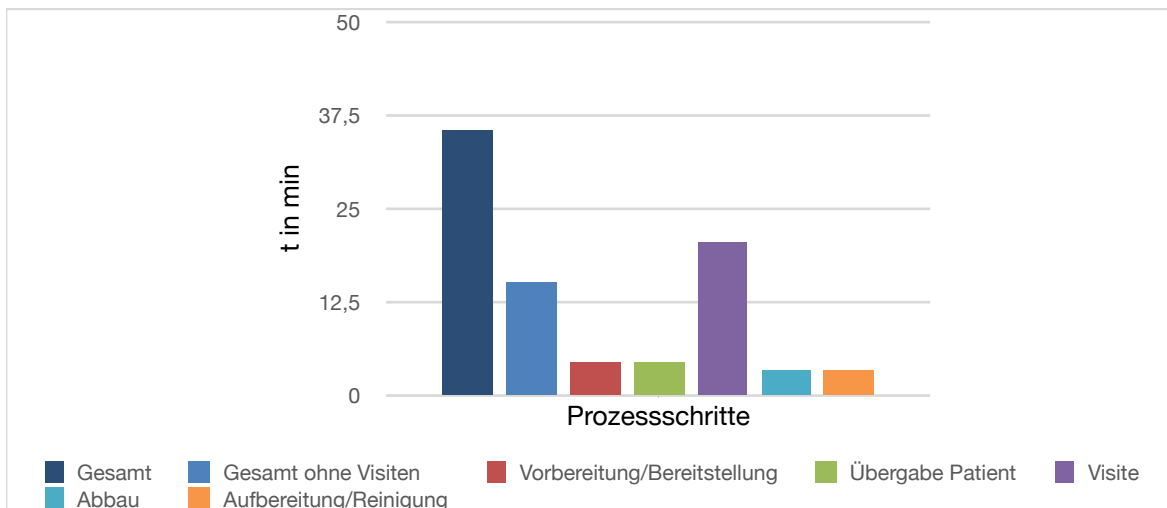


Abb.8: Bindungszeiten der SSTS-Methode, Prozessschritte im Vergleich

4.3.5. Personalbindungszeit nach Prozessschritten bei pNK

Für das pNK Verfahren entstand eine durchschnittliche Personalbindungszeit von insgesamt 83,5 Minuten, ohne Berücksichtigung der Visiten eine Bindungszeit von 54 Minuten. Diese Ergebnisse wurden bereits in Abb.5 und Abb.6 dargestellt. Bei der Betrachtung lediglich der 5 verschiedenen Prozessschritte nahm Prozessschritt C (Visiten) mit 29,4 Minuten und Prozessschritt A (Vorbereitung) mit 25,9 Minuten die meiste Zeit in Anspruch. Die anderen Prozesszeiten waren 9,3 min. für Prozessschritt B (Übergabe), 14,8 min. für Prozessschritt D (Abbau) und 4,2 min. für Prozessschritt E (Aufbereitung) in Anspruch (Abb.9).

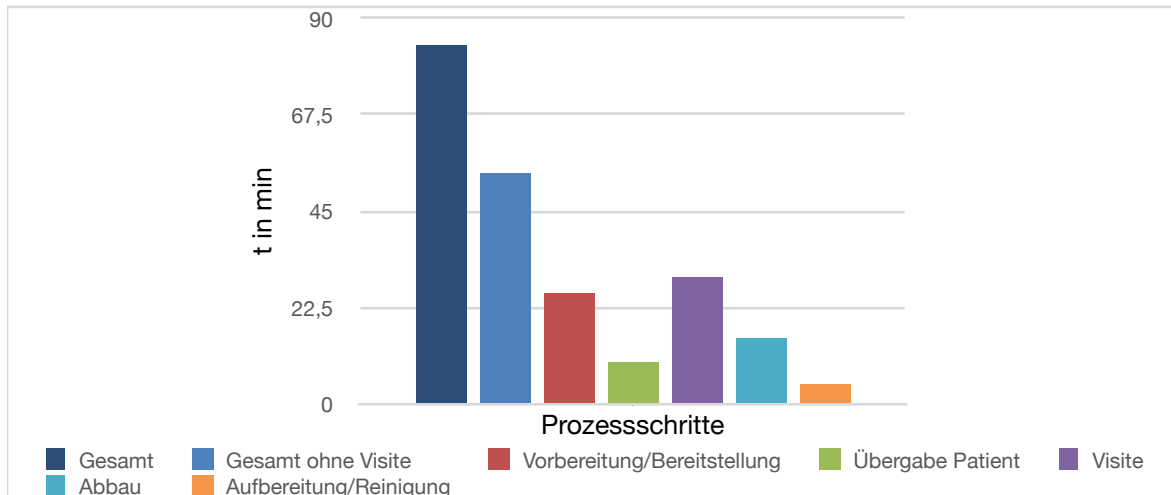


Abb.9: Bindungszeiten der pNK, Prozessschritte im Vergleich

4.3.6. Personalbindungszeiten der einzelnen Prozessschritte im Vergleich

Die durchschnittliche Personalbindungszeit (min.) für die Vorbereitung des Verfahrens - entsprechend des Prozessschritts A - betrug für die Patienten der PCiA-Gruppe 8,9 min., (SD 0,24, Median 8,40, Min-Max 4,0-18,0), für die Patienten der SSTS-Gruppe 4,4 min. (SD 0,12, Median 4,02, Min-Max 2,0-14,0), für die Patienten der pNK-Gruppe 25,9 min. (SD 0,92, Median 25,0, Min-Max 9,0-45,0) (Abb.10).

Die durchschnittliche Personalbindungszeit für die Vorbereitung (Prozessschritt A) einer SSTS war signifikant kürzer als für eines der beiden anderen Verfahren. Die durchschnittliche Personalbindungszeit für die Vorbereitung (Prozessschritt A) eines pNK Verfahrens war signifikant länger als für eines der beiden anderen Verfahren. Der Unterschied zwischen der mittlere Personalbindungszeit für die Vorbereitung der PCiA verglichen mit der SSTS war hochsignifikant ($p \leq 0,001$), der Unterschied zwischen der pNK-Gruppe und der SSTS-Gruppe war ebenfalls hochsignifikant ($p \leq 0,001$), und auch der Unterschied zwischen der pNK-Gruppe und der PCiA-Gruppe war hochsignifikant ($p \leq 0,001$).

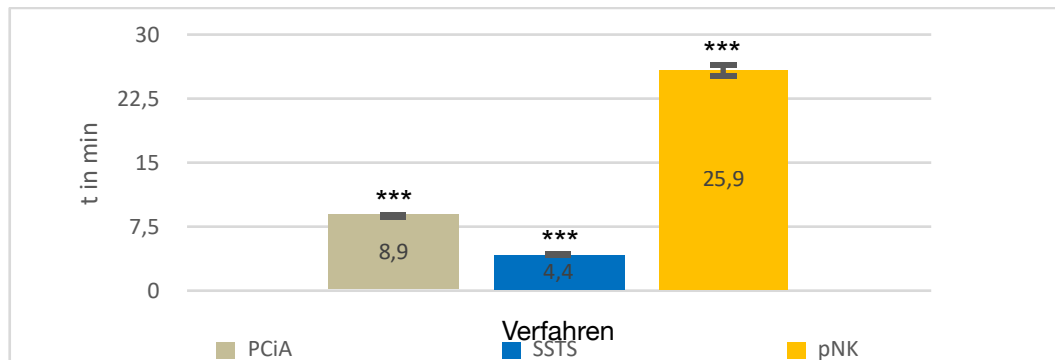


Abb.10: Bindungszeit Vorbereitung/Bereitstellung (Prozessschritt A)

Die durchschnittliche Personalbindungszeit (min.) für die Übergabe des Verfahrens an den Patienten- entsprechend des Prozessschritts B - betrug für die Patienten der PCiA-Gruppe 4,8 min. (SD 0,16, Median 4,50, Min-Max 1,0-12,0), für die Patienten der SSTS-Gruppe 4,2 min. (SD 0,15, Median 3,83, Min-Max 2,0-11,0), für die Patienten der pNK-Gruppe 9,3 min. (SD 0,521, Median 8,0, Min-Max 3,0-21,0) (Abb.11)

Die durchschnittliche Personalbindungszeit für die Übergabe an den Patienten (Prozessschritt B) einer SSTS war hochsignifikant kürzer als für eines der beiden anderen Verfahren. Die durchschnittliche Personalbindungszeit für die Übergabe an den Patienten (Prozessschritt B) eines pNK Verfahren war hochsignifikant länger als für eines der beiden anderen Verfahren. Der Unterschied zwischen der mittleren Personalbindungszeit für die Übergabe der PCiA verglichen mit der SSTS war hochsignifikant ($p \leq 0,001$), der Unterschied zwischen der pNK-Gruppe und der SSTS-Gruppe war ebenfalls hochsignifikant ($p \leq 0,001$), und auch der Unterschied zwischen der pNK-Gruppe und der PCiA-Gruppe war hochsignifikant ($p \leq 0,001$).

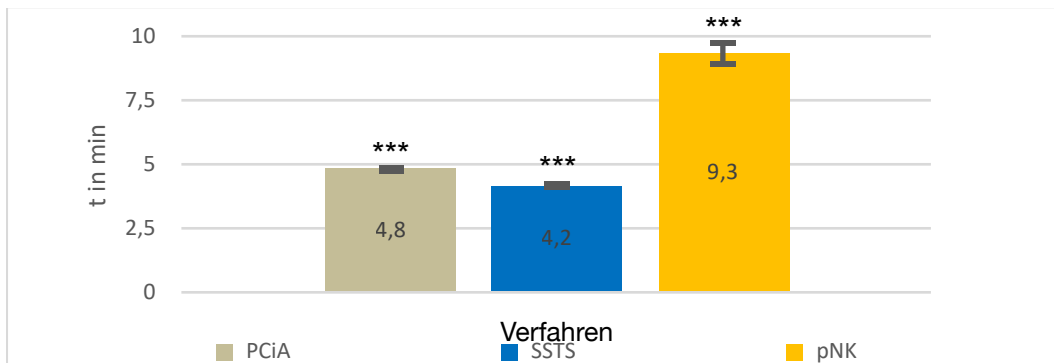


Abb.11: Bindungszeit Patientenübergabe (Prozessschritt B)

Die durchschnittliche Personalbindungszeit (min.) für die Gesamtzahl der Visiten beim jeweiligen Patienten - entsprechend des Prozessschritts C – ist ein Produkt aus der durchschnittlichen Visitenzeit (siehe Ergebnisteil 4.4) und der Anzahl der Visiten pro Patient (siehe Ergebnisteil 4.5). Sie betrug für die Patienten der PCiA-Gruppe 26,7 min. (SD 1,28, Median 24,1, Min-Max 4,0-119,0), für die Patienten der SSTS-Gruppe 20,5 min. (SD 0,675, Median 19,00, Min-Max 2,0-55,0), für die Patienten der pNK-Gruppe 29,4 min. (SD 0,68, Median 28,50, Min-Max 15,0-45,0) (Abb.12)

Die durchschnittliche Personalbindungszeit für die Visiten (Prozessschritt C) einer SSTS war hochsignifikant kürzer als für eines der beiden anderen Verfahren. Die durchschnittliche Personalbindungszeit für die Visiten eines pNK Verfahren war hochsignifikant länger als für eines der beiden anderen Verfahren.

Der Unterschied zwischen der mittlere Personalbindungszeit für die Visiten der PCiA verglichen mit der SSTS war hochsignifikant ($p \leq 0,001$), der Unterschied zwischen der pNK-Gruppe und der SSTS-Gruppe war ebenfalls hochsignifikant ($p \leq 0,001$), und auch der Unterschied zwischen der pNK-Gruppe und der PCiA-Gruppe war hochsignifikant ($p \leq 0,001$).

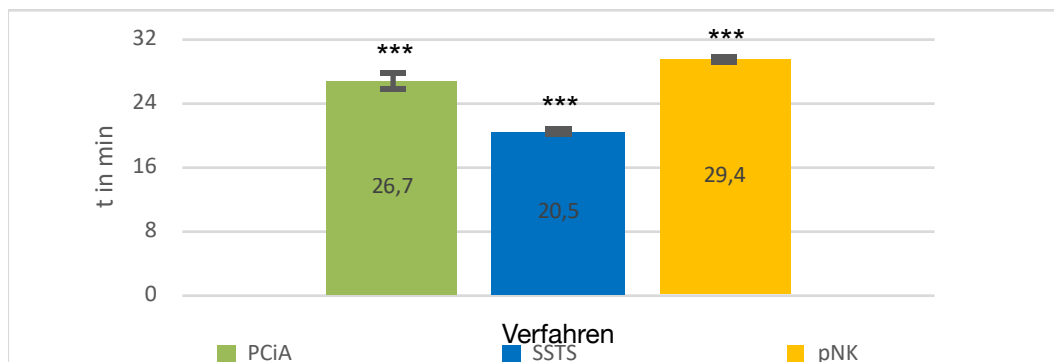


Abb.12: Bindungszeit Visiten (Prozessschritt C)

Die durchschnittliche Personalbindungszeit (min.) für den Abbau des Verfahrens am Patienten - entsprechend des Prozessschritts D - betrug für die Patienten der PCiA-Gruppe 4,6 min. (SD 0,24, Median 3,77, Min-Max 0,0-18,0), für die Patienten der SSTS-Gruppe 3,4 min. (SD 0,10, Median 3,39, Min-Max 1,0-9,0), für die Patienten der pNK-Gruppe 14,8 min. (SD 1,09, Median 11,00, Min-Max 4,0-46,0) (Abb.13)

Die durchschnittliche Personalbindungszeit für den Abbau (Prozessschritt D) einer SSTS war hochsignifikant kürzer als für eines der beiden anderen Verfahren. Die durchschnittliche Personalbindungszeit für den Abbau eines pNK Verfahren war hochsignifikant länger als für eines der beiden anderen Verfahren.

Der Unterschied zwischen der mittlere Personalbindungszeit für den Abbau der PCiA verglichen mit der SSTS war hochsignifikant ($p \leq 0,001$), der Unterschied zwischen der pNK-Gruppe und der SSTS-Gruppe war ebenfalls hochsignifikant ($p \leq 0,001$), und auch der Unterschied zwischen der pNK-Gruppe und der PCiA-Gruppe war hochsignifikant ($p \leq 0,001$).

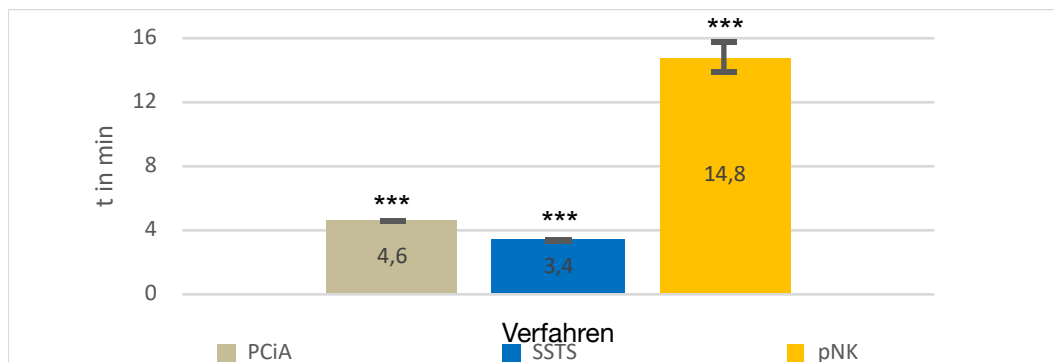


Abb.13: Bindungszeit für Abbau (Prozessschritt D)

Die durchschnittliche Personalbindungszeit (min.) für die Aufbereitung/Reinigung des PCA-Systems - entsprechend des Prozessschritts E - betrug für die Patienten der PCiA-Gruppe 3,9 min. (SD 0,13, Median 3,67, Min-Max 1,0-11,0), für die Patienten der SSTS-Gruppe 3,1 min. (SD 0,15, Median 2,88, Min-Max 0,0-10,0), für die Patienten der pNK-Gruppe 4,2 min. (SD 0,48, Median 3,00, Min-Max 2,0-31,0) (Abb.14)

Die durchschnittliche Personalbindungszeit für die Aufbereitung/Reinigung (Prozessschritt E) einer SSTS war signifikant kürzer als für eines der beiden anderen Verfahren. Der Unterschied zwischen der mittlere Personalbindungszeit für die Aufbereitung und Reinigung der PCiA-Gruppe verglichen mit der SSTS-Gruppe war hochsignifikant ($p \leq 0,001$), der Unterschied zwischen der pNK-Gruppe und der PCiA-Gruppe war ebenfalls hochsignifikant ($p \leq 0,001$). Der Unterschied zwischen der pNK-Gruppe und der SSTS-Gruppe war nicht signifikant ($p = 0,146$).

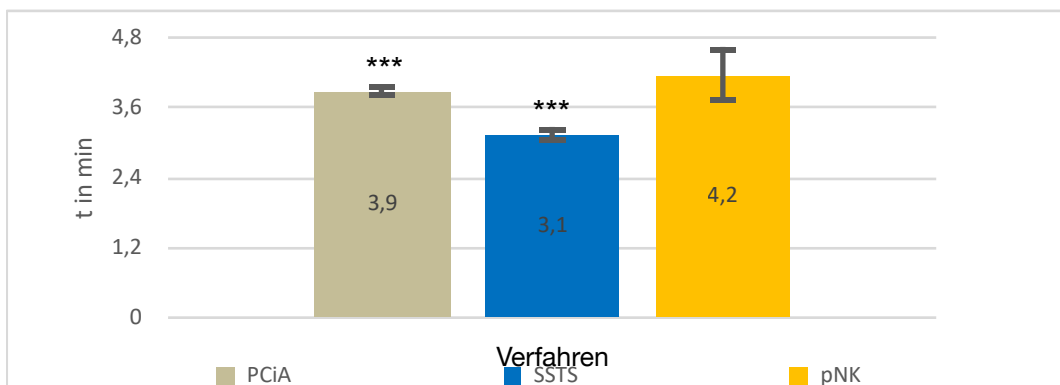


Abb.14: Bindungszeit Aufbereitung/Reinigung (Prozessschritt E)

4.4. Dauer der Visiten

Im Durchschnitt dauerte jede Visite 4,54 Minuten. (SD 1,82, Median 4,2, Min-Max 2-15). Bei PCiA-Patienten betrug die durchschnittliche Visitendauer 5,56 Minuten, bei der SSTS-Patienten 3,99 Minuten und bei pNK-Patienten 3,71 Minuten

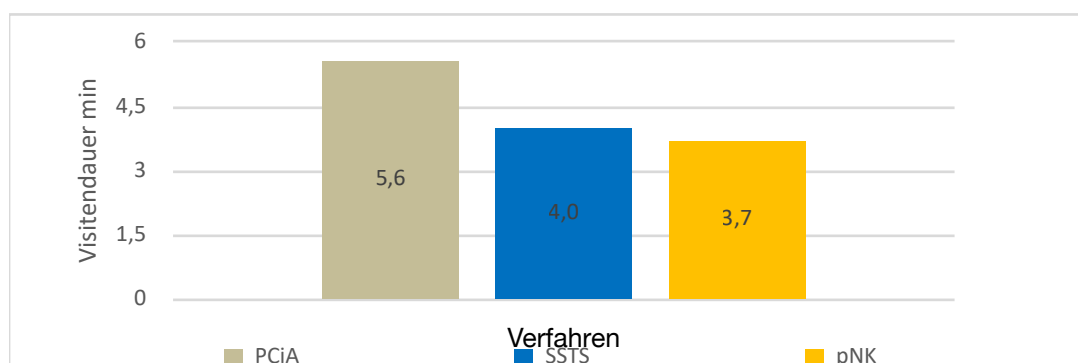


Abb.15: Durchschnittliche Visitendauer

4.5. Anzahl der Visiten im Vergleich der einzelnen Verfahren

Insgesamt wurden bei den 400 postoperativen Schmerztherapien 2261 Visiten durchgeführt, entsprechend 5,65 Visiten pro Patient im Durchschnitt (SD 2,19, Median 5,0, Min-Max 1-11). Die Gesamtzahl der Visiten setzt sich zusammen aus den obligaten Visiten plus den abweichenden Visiten (s.u.).

Für die PCiA-Gruppe wurden insgesamt 724 Visiten bei 154 Patienten durchgeführt, für die SSTS-Gruppe fanden insgesamt 835 Visiten bei 162 Patienten statt und für die pNK-Gruppe wurden insgesamt 702 Visiten bei 84 Patienten durchgeführt. Dementsprechend fanden im Durchschnitt 4,70 Visiten bei den Patienten der PCiA-Gruppe (SD 0,154, Median 5,0, Min-Max 1-10) statt (Abb.15 + Abb.18), bei den Patienten der SSTS-Gruppe im Durchschnitt 5,15 Visiten (SD 0,116, Median 5,0, Min-Max 1-8) statt (Abb.16 + Abb.18), sowie bei den Patienten der pNK-Gruppe durchschnittlich 8,36 Visiten (SD 0,174, Median 9,00, Min-Max 3-11) statt (Abb.17 + Abb.18).

Die durchschnittliche Anzahl der Visiten einer PCiA war signifikant weniger als für eines der beiden anderen Verfahren. Verglichen mit der SSTS-Gruppe war der Unterschied signifikant ($p=0,004$), verglichen mit der pNK-Gruppe war der Unterschied hochsignifikant ($p\leq 0,001$). Der Unterschied der durchschnittlichen Visitenzahl zwischen der SSTS-Gruppe und der pNK-Gruppe war ebenfalls hochsignifikant ($p\leq 0,001$).



Abb.16: Anzahl der Visiten bei PCiA

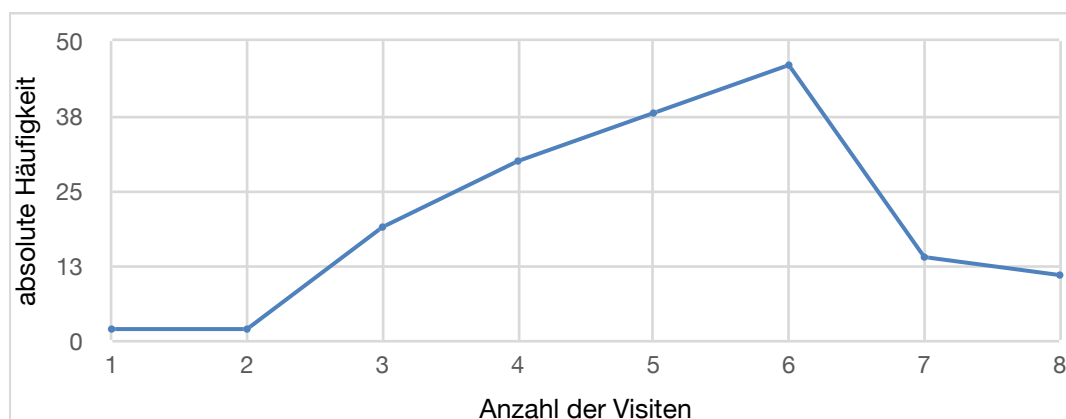


Abb.17: Anzahl der Visiten bei SSTS

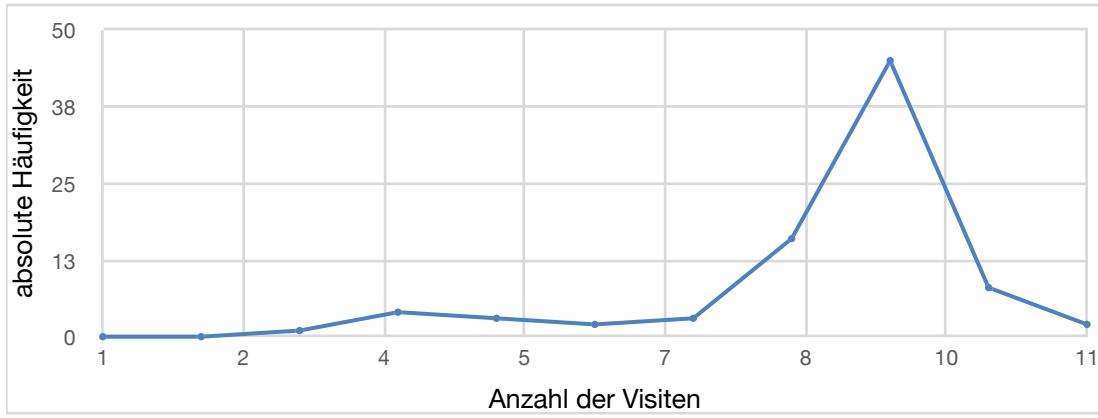


Abb.18: Anzahl der Visiten bei pNK

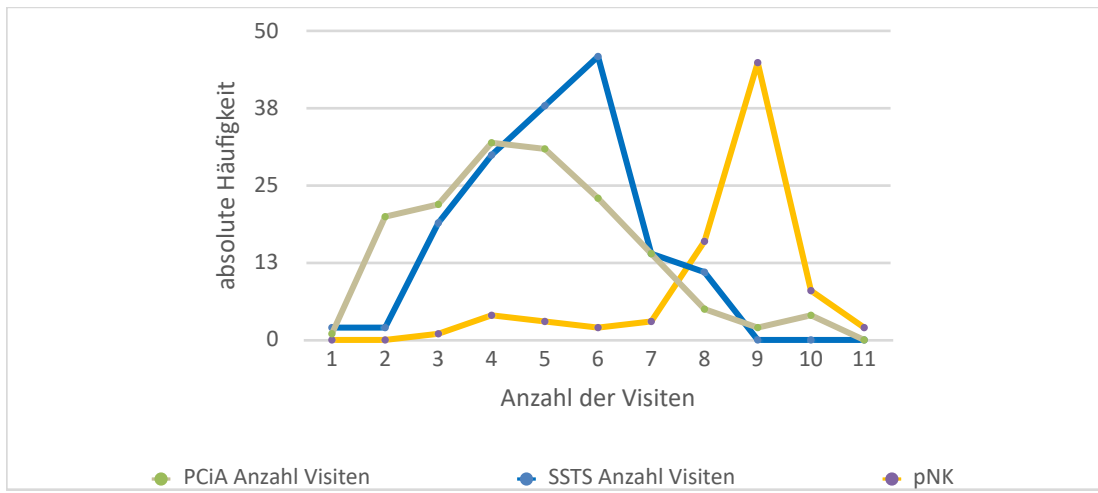


Abb.19: Anzahl der Visiten im Vergleich der Verfahren

4.6. Anzahl und Gründe für abweichenden Visiten

Insgesamt wurden bei den 400 postoperativen Schmerztherapien 165 abweichende Visiten durchgeführt, entsprechend durchschnittlich 0,41 Visiten pro Patient (SD 0,68, Median 0,0, Minimum-Maximum 0-4).

Für PCiA-Patienten waren 66 abweichende Visiten bei 51 von insgesamt 154 Patienten nötig (33,1%). Für SSTS-Patienten waren 62 abweichende Visiten bei 50 der insgesamt 162 Patienten nötig (30,9%). Für pNK-Patienten waren 37 abweichende Visiten bei 32 der insgesamt 84 Patienten nötig (38,1%).

Bei über 2/3 aller Patienten (267 Patienten, 66,8%) war keine abweichende Visite nötig, bei 110 Patienten (27,5%) war 1 abweichende Visite nötig, bei 17 Patienten (4,3%) waren 2 abweichende Visiten nötig und bei jeweils 3 Patienten (0,8%) waren 3 bzw. 4 abweichende Visiten nötig.

Hauptgründe für abweichende Visiten waren bei den Patienten der PCiA-Gruppe Probleme mit der Venenverweilkanüle oder mit der Infusion sowie technische Probleme mit der Pumpe, bei den Patienten der SSTS-Gruppe waren es überwiegend Probleme mit der Haftfähigkeit des RFID Pflasters, bei den Patienten der pNK-Gruppe waren es überwiegend technische Probleme mit der Pumpe, Dislokationen oder Leckagen neben der Einstichstelle.

5. Diskussion

Die postoperative Schmerztherapie stellt eine unverzichtbare Säule der Patientenbehandlung dar und ist nicht nur für Patienten und ihren erwünschten Therapieerfolg von entscheidender Bedeutung. Die analgetische Therapie ist eine grundlegende Komponente der medizinischen Versorgung, kann maßgeblich die Behandlungsqualität und sogar die Auswahl des Behandlungsorts beeinflussen [2].

Für die Krankenhäuser kann eine adäquate Durchführung allerdings mit großem Aufwand beispielsweise durch speziell geschultes Personal verbunden sein und verursacht somit große Kosten [39, 47, 49].

Es scheint daher angemessen, eine hoch effiziente Schmerztherapie mit geringen Kosten zu bevorzugen.

Goldstandard einer effizienten Schmerztherapie ist die patientengesteuerte Schmerztherapie mit hochpotenten Opioiden [50, 51] und NOPA als Basismedikation [52].

Fanelli und Ruggeri et al. untersuchten 2016 an 9 italienischen Krankenhäusern 15 verschiedene Verfahren zur postoperativen Schmerztherapie im Hinblick auf Zeitintensität und Kosten [47]. Auch wenn Medikamentenkosten, Kosten für Verbrauchsmaterialien und Personalkosten europaweit nicht miteinander vergleichbar sind, zeigt diese Studie von 2016 dennoch, dass bei allen Verfahren zur postoperativen Schmerztherapie nicht die Medikamentenkosten oder Verbrauchsmaterialien, sondern die Personalkosten, äquivalent jeweils die Personalbindungszeiten, die treibenden Faktoren für die Gesamtkosten waren [47].

Aus alledem ergibt sich, dass eine patientengesteuerte Schmerztherapie mit geringer Personalbindungszeit die effizienteste und kostengünstigste Schmerztherapie sein sollte. Da eine vergleichbare Wirksamkeit der verschiedenen Verfahren bereits bestätigt wurde [53], sollte herausgefunden werden, ob eines der Verfahren durch weniger Personalaufwand kostengünstiger sein würde. Mit der Zulassung einer sublingualen Schmerztherapie mit Sufentanil (SSTS) im Jahr 2016 wurde der Markt durch eine innovative Option in der patientenkontrollierten postoperativen Schmerztherapie bereichert. Neuartig und bisher einzigartig daran ist, dass es sich hierbei um eine patientengesteuerte, nicht-invasive, „orale“/sublinguale Schmerztherapie handelt.

Dass die SSTS eine hoch effiziente Schmerztherapie darstellt, wurde bereits durch einige Studien zuvor belegt [34, 35, 54, 55].

Die einfache Handhabung des Systems stellt einen relevanten Zeitvorteil in Aussicht und bildet damit den Anlass zur Durchführung der vorliegenden Studie. Durch die nicht invasive Applikation entfällt das Risiko einer Dislokation, wie es bei intravenösen Applikationen der Fall sein kann und bietet so womöglich den Vorzug, mit weniger personellem Aufwand durchgeführt werden zu können. Dieser Umstand macht SSTS zu einem Verfahren, das für den Akutschmerzdienst und Patienten einen Vorteil zu bieten scheint.

Das Ziel der Studie ist daher die Untersuchung eines zeitlichen Vorteils. Die hierzu formulierte Hypothese und Fragestellung ist das konsequente Ergebnis aus dem aktuellen Stand der Literatur und der sich daraus ergebenden Forderungen für eine zeitgemäße postoperative Schmerztherapie. Die Hypothese und vor allem die Fragestellung sind klinisch relevant, dem Stand der Literatur entsprechend innovativ und bisher nicht ausreichend beantwortet.

Zur Beantwortung der Fragestellung wurden Prozesszeiten gemessen. Die Analyse von Prozesszeiten mittels ABS ist ein etabliertes Verfahren, das neben der PZA auch für die Errechnung von Prozesskosten genutzt wird [47-49]. Auch wurden die Daten dieser Dissertation, der eine ABS zugrunde liegt, bereits in einem Peer-Review beurteilt und teilweise publiziert [56].

Die Selbstmessung der Zeit im Gegensatz zur Messung durch Dritte wurde aus folgenden drei Gründen gewählt:

- Hawthorne Effekt: Es wurde ausführlich untersucht, dass die Art und Weise sowie die Geschwindigkeit, mit der die Beobachteten ihre Arbeit durchführen, verändert wird, wenn sie während ihrer täglichen Arbeit und in ihrem Umfeld unter Beobachtung stehen. Dieses, als Hawthorne Effekt bezeichnete Phänomen, sollte dringend ausgeschlossen werden [57].
- Praktikabilität: Es war kein langes und ausführliches Training notwendig, um die Selbstmessung der Zeit durchzuführen. Nach der Bereitstellung von Stoppuhren konnten der SPS einfach und effizient Start- und Stoppzeiten aufschreiben und die Dauer der spezifischen Aufgabe im DCF dokumentieren. Dies ermöglichte zusätzliche Zeitmessung für schwierige Situationen, in der ein dritter Beobachter im Hinblick auf Privatsphäre oder ethische Überlegungen nicht angemessen gewesen wäre. Darüber hinaus kann ein Therapiezyklus der postoperativen Schmerztherapie womöglich über 72 Stunden dauern, und es erschien nicht praktikabel, einen so langen Zeitraum durch eine dritte Person beobachten zu lassen. Zudem entstand durch die Selbstmessung keine signifikante zusätzliche Arbeitsbelastung für den SPS.
- Zuverlässigkeit der Vergleichbarkeit: Der Umstand, dass selbstmessende Mitarbeiter ihren eigenen, individuellen Zeitaufwand festhalten und nicht objektiv gemessen wird, stellt keinen systemischen Fehler dar, sondern spiegelt den normalen Alltag eines Krankenhauses und das Arbeiten menschlicher Individuen wider.

Die Einteilung in 5 einzelne Prozessschritte erfolgte derart, dass sie auf alle untersuchten Verfahren gleichermaßen anwendbar sind und sie präzise miteinander verglichen werden können. Sie ermöglicht das Aufzeigen von Stärken oder Schwachstellen in verschiedenen Ablaufbereichen und erleichtert das Ermitteln von Optimierungsansätzen. Nur Gesamtzeiten zu vergleichen wäre undifferenziert und würde Teilergebnisse verschleiern oder unbeleuchtet lassen.

Des Weiteren kann die gewählte Aufgliederung den klinischen Alltag und das Prozedere der postoperativen Schmerztherapie angemessen abbilden und repräsentieren.

Die selbst gemessenen Prozesszeiten wurden unmittelbar in einem Sequenzerhebungsbogen dokumentiert und im Anschluss ausgewertet.

Die durchschnittlichen Personalbindungszeiten für die Vorbereitung (Prozessschritt A) waren für die 3 untersuchten Verfahren unterschiedlich. Während die SSTS eine signifikant kürzere Bindungszeit hatte, hatte der pNK eine signifikant längere, jeweils im Vergleich zu den beiden anderen Verfahren. Wodurch diese signifikant unterschiedlichen Personalbindungszeiten herrühren, kann nur vermutet werden, da es in der internationalen Literatur keine vergleichbaren Arbeiten gibt. Die signifikant längere Personalbindungszeit beim pNK kommt vermutlich dadurch zustande, dass in diesem Prozessschritt auch die Anlage des Nervenkatheters durch den Anästhesisten präoperativ fällt. Auch Fanelli et al. konnten zeigen, dass die Vorbereitung des pNK einen hohen personellen Aufwand insbesondere für den Anästhesisten darstellt [47].

Im Gegensatz hierzu findet der Prozessschritt A bei den beiden anderen Verfahren postoperativ im Aufwachraum statt und belastet die OP-Abläufe wenig. Warum Prozessschritt A bei der SSTS signifikant kürzer ist als die Vorbereitungszeit einer PCiA bleibt spekulativ. Womöglich ist der Zusammenbau des Tablettensystems, bei dem die Tabletten in einer Kartusche bereits vorbereitet sind, schneller und einfacher zusammenzustellen, als ein Flüssigkeitsreservoir, bei dem das Opioid noch verdünnt und aufgezogen werden muss. Andere Untersuchungen, mit denen diese Ergebnisse verglichen werden könnten, gibt es zum derzeitigen Zeitpunkt noch nicht.

Die durchschnittlichen Personalbindungszeiten für die Übergabe an den Patienten (Prozessschritt B) waren für die 3 untersuchten Verfahren ebenfalls unterschiedlich. Während die SSTS eine signifikant kürzere Bindungszeit hatte, hatte der pNK eine signifikant längere. Über den Grund für die längere Dauer der Übergabe beim pNK-Verfahren ist zu spekulieren, dass das Anschließen der Pumpe an den Katheter und ggf. die erneute Erläuterung des ausgewählten Verfahrens beim pNK zeitintensiver ist. Vermutlich ist das Verfahren an dieser Stelle erneut erklärt worden, vielleicht gab es seitens der Patienten einen erhöhten Informationsbedarf, außerdem zieht ein regionalanästhesiologisches Verfahren eine kurze körperliche Untersuchung nach sich.

Die SSTS ist leicht verständlich, schnell zu erlernen und einfach anzuwenden [35, 58], wodurch eine geringe Zeit für die Übergabe nötig war.

Die mittlere Personalbindungszeit für die Visiten (Prozessschritt C) lag für alle Verfahren durchschnittlich zwischen 20 und 30 Minuten pro Patient. Auch hier war die durchschnittliche Personalbindungszeit für die Visiten beim pNK hochsignifikant länger als bei den beiden anderen Verfahren. Dies lag nicht an der durchschnittlichen Visitendauer beim pNK, die kürzer war als bei den beiden anderen Verfahren, sondern daran, dass die Patienten mit pNK signifikant häufiger visitiert wurden als die Patienten der anderen Verfahren. Dies liegt vermutlich daran, dass in den teilnehmenden Krankenhäusern nicht alle Katheter mit einem kontinuierlichen Pumpenverfahren versehen waren, sondern das Aufspritzen des Nervenkatheters durch einen single-shot-Bolus erfolgte, insbesondere beim N.-ischiadicus-

Katheter. Aber auch das Wiederbefüllen einer kontinuierlichen Pumpe am Nervenkatheter fiel in die Visitenzeiten. Dies scheint häufiger nötig zu sein, als Tätigkeiten in Visiten bei der PCiA- bzw. SSTS-Gruppe.

Auch wenn die Anzahl der Visiten von SSTS-Patienten im Vergleich zu PCiA-Patienten signifikant größer war, so war die durchschnittliche Personalbindungszeit für die Gesamtsumme der Visiten beim einzelnen Patienten einer SSTS hochsignifikant kürzer als in der PCiA-Gruppe, da die einzelne Visite bei der SSTS kürzer als bei der PCiA war. Dies wiederum hängt wahrscheinlich mit dem Grund für die Visiten zusammen. Während der Hauptgrund für die außerplanmäßigen Visiten der PCiA-Gruppe Probleme mit der Venenverweilkanüle oder mit der Infusion sowie technische Probleme mit der Pumpe waren, waren es bei den Patienten der SSTS-Gruppe überwiegend Probleme mit der Haftfähigkeit des RFID Pflasters. Dieses Problem konnte offensichtlich jeweils schnell gelöst werden. Ohne die technischen Probleme des Pflasters hätte die SSTS im Hinblick auf die Personalbindungszeit erheblich günstiger abgeschnitten, da eine große Anzahl außerplanmäßiger Visiten entfallen wäre. Es wäre daher sinnvoll, wenn die herstellende Firma das Problem mit der Klebefähigkeit des RFID beheben würde.

Die meisten Patienten benötigten keine abweichende Visite, was insgesamt für die Zuverlässigkeit der gewählten postoperativen Schmerztherapie spricht und gleichzeitig offenlegt, dass eine zusätzliche Personalbindungszeit durch abweichende Visiten in nur einem Drittel der Fälle entstand. Zwei Drittel der Patienten benötigten nicht mehr als die zwei obligaten Visiten pro Tag, die durch die OPS vorgesehen sind.

Die durchschnittliche Anzahl der Visiten pro Patient war in der pNK-Gruppe hochsignifikant höher, und auch die durchschnittliche Personalbindungszeit war hierdurch für die pNK-Gruppe hochsignifikant länger als für die beiden anderen Gruppen. Es bleibt spekulativ, warum der Prozessschritt der Visiten in der pNK-Gruppe aufwendiger, das heißt häufiger aber kürzer war. Mögliche Gründe hierfür könnten Überprüfungen der Katheterlage oder Probleme mit der Pumpe sein sowie die schwierige Herstellung einer guten Balance zwischen erwünschter sensorischer Blockade und unerwünschter motorischer Blockade. Zu beachten ist auch, dass in dieser Gruppe der höchste Anteil von ASA3 lag und somit häufiger kränkere Patienten als in den beiden anderen Gruppen waren, und kränkere Patienten sorgfältiger und vor allem öfter visitiert werden müssen. Der Grund für diese Verteilung liegt darin, dass das pNK-Verfahren im Gegensatz zu systemisch wirkenden Opioiden weniger systemische Nebenwirkungen bietet und daher eher Anwendung bei kränkeren Patienten findet [6]. Dennoch fand Scardino et. al beim kontinuierlichen Femoralisblock häufiger Nebenwirkungen (Übelkeit, Erbrechen, Erythem, Schwindel, Taubheit) als beim SSTS [59].

Die durchschnittlichen Personalbindungszeiten für den Abbau (Prozessschritt D) waren für die 3 untersuchten Verfahren unterschiedlich. Während die SSTS am kürzesten war, war der Abbau des pNK mehr als viermal so lang. Gründe für die Unterschiede liegen vermutlich darin, dass der pNK entfernt werden muss, die Einstichstelle begutachtet, steril abgedeckt

und beflastert wird und die entsprechende Dokumentation in der Krankenakte aufwendiger ist. Bei einem Patienten lediglich die Pumpe zu diskonnektieren und mitzunehmen bietet einen Zeitvorteil.

Die durchschnittliche Personalbindungszeit für die Aufbereitung und Reinigung (Prozessschritt E) lag bei allen Verfahren zwischen 3 und 4 Minuten. Dennoch war die Aufbereitung und Reinigung des Geräts der SSTS-Gruppe hochsignifikant kürzer, da das System der SSTS bis auf den Controller aus Einmalmaterial besteht, das lediglich entsorgt werden muss. Auch wenn der Unterschied zwischen 3,1 Minuten beim SSTS und 3,9 Minuten bei der PCiA nicht relevant erscheint, war es statistisch betrachtet ein hochsignifikanter Unterschied. Dies ist als statistisches Ergebnis zu werten, da in beiden Gruppen die Standardabweichung/Streuung minimal war. Den Umstand, dass der Zeitaufwand des Abbaus unterschiedlich ist und bei der PCiA im Durchschnitt 48 Sekunden mehr Zeit in Anspruch nimmt, ist an dieser Stelle nicht erklärbar.

Der pNK ist in den S3 Leitlinien eine Empfehlung für die postoperative Schmerztherapie z.B. auch nach Gelenkersatz. Er gilt als eines der besten Verfahren zur postoperativen Schmerztherapie im Hinblick auf Analgesie [6]. Der pNK gilt analgetisch gleichwertig zu anderen Verfahren bei geringerem Nebenwirkungsrisiko [7]. Dennoch zeigt die hier vorliegende Arbeit, dass der pNK zumindest verglichen mit PCiA und SSTS im Hinblick auf Personalbindungszeiten am aufwendigsten ist. Sowohl die Vorbereitung des pNK, als auch die durchschnittliche Visitenzeit war hochsignifikant länger als bei den anderen Verfahren. Der Wunsch der Krankenhäuser, Patienten wirtschaftlich zu behandeln und diese möglichst schnell zu entlassen, spricht eher gegen eine pNK-Behandlung, zumal auch Scardino et al. gezeigt haben, dass die Verweildauer in der pNK-Gruppe länger war als in der SSTS-Gruppe [59]. Dass die Empfehlung in den 2021 aktualisierten S3 Leitlinien so bestehen geblieben ist, ist hinsichtlich dieser Gesichtspunkte fraglich, aber aus rein algesiologischer Sicht nachvollziehbar.

Des Weiteren ist zu erwähnen, dass Operateure dem pNK häufig abgeneigt sind, da für diese der Eindruck entsteht, dass für die lange Vorbereitungszeit OP Ressourcen gebunden werden. Hierbei wird nicht berücksichtigt, dass der pNK für die Patienten offensichtlich als sehr effizientes Verfahren zur Schmerzlinderung gilt [6]. Dies gilt nach einer Untersuchung von Scardino et al. aus dem Jahr 2016/2017 vor allem für den Ruheschmerz nach endoprothetischem Kniegelenkersatz [59]. Außerdem ließen sich die Patienten mit pNK nicht so schnell mobilisieren wie die Patienten mit SSTS und hatten eine längere Verweildauer im Krankenhaus [59].

Die SSTS nimmt in allen Prozessabschnitten die kürzeste Personalbindungszeit in Anspruch. Diese Unterschiede waren überwiegend hochsignifikant. Betrachtet man aus wirtschaftlicher Sicht die kurzen Personalbindungszeiten bei einer SSTS äquivalent zu Personalkosten und somit als Kosten für das Verfahren, würde die SSTS kostengünstiger als eines der beiden anderen Verfahren sein. Bei Fanelli et al. konnte gezeigt werden, dass orale und auch

venöse Gaben bei Bedarf (nicht-patientengesteuert) am günstigsten waren, die PCiA und auch der pNK hingegen zu den zeitaufwendigsten Verfahren gerechnet werden [47]. In der hier vorliegenden Arbeit war die SSTS am wenigsten personalaufwendig und die PCiA in den allen Prozessschritten aufwendiger als die SSTS, dennoch war der pNK in allen Prozessschritten das personalaufwendigste Verfahren gemessen an den Personalbindungszeiten.

Der höchste Aufwand während eines laufenden Verfahrens scheinen die außerplanmäßigen Visiten zu sein, denn die durch das OPS geforderten planmäßigen, obligaten Visiten sind für alle Verfahren gleich zu bewerten. Nur die außerplanmäßigen Visiten, die den Kommentaren aus den DCFs zu entnehmen waren, scheinen systemimmanent zu sein. Für die SSTS bedeutet dies, dass der Verlust der Klebefähigkeit der RFID Pflaster ungewöhnlich häufige außerplanmäßige Visiten nötig machte.

Die PCiA war im Hinblick auf Personalbindungszeit in fast allen Prozessschritten dem pNK überlegen, wohingegen die PCiA gemessen an der Personalbindungszeit in allen Prozessschritten der SSTS unterlegen war. Die Visitenanzahl in der PCiA-Gruppe war geringer, pro Visite jedoch intensiver, sodass die entstandenen Personalkosten durch die Visiten in der PCiA-Gruppe größer als in der SSTS-Gruppe waren.

Zur Untersuchung der Personalbindungszeiten ist wenig vergleichbare Literatur vorhanden, wodurch ein nationaler und internationaler Vergleich schwierig ist. Außerdem ist das SSTS erst seit 5 Jahren in Europa zugelassen und die Studienlage zu klinischen Untersuchungen ist noch sehr lückenhaft. Eine vergleichbare Arbeit von Eberhart et al. hat die wirtschaftlichen Aspekte von Übelkeit und/oder Erbrechen betrachtet und gelangt ebenso zu dem Schluss, dass Personalbindungszeiten äquivalent zu den Personalkosten sind. Da die Personalkosten der größere Anteil an den Gesamtkosten eines Verfahrens sind, sind die Personalkosten der wichtigste Kostenfaktor [48].

Das SSTS war in Hinblick auf die Personalbindungszeiten den beiden anderen Verfahren zur patientenkontrollierten postoperativen Schmerztherapie signifikant überlegen und hatte in allen Prozessschritten geringere Personalbindungszeiten. Hierdurch hatte das SSTS geringere Personalkosten. Unter der Annahme, dass das Verfahren zur postoperativen Schmerztherapie wesentlich durch die Personalkosten geprägt ist [47, 48], erscheint das SSTS als ein sehr wirtschaftlich kostengünstiges Verfahren, wobei Anschaffungskosten und Verbrauchsmaterialien im Vergleich zu den beiden anderen Verfahren differenzierter betrachtet werden müssen.

Das SSTS sollte nach den Ergebnissen der hier vorliegenden Studie in die S3-Leitlinien zur Behandlung akuter perioperativer und posttraumatischer Schmerzen aufgenommen werden, da das SSTS im Vergleich zur PCiA und zum pNK eine gleichwertige oder überlegende Analgesie zeigt [35, 54, 55, 58-60], eine ausgezeichnete Patientenzufriedenheit aufweist [35] und nach den hier vorliegenden Daten die geringeren Personalbindungszeiten und somit Personalkosten verursacht [56]. Tatsächlich wurde das SSTS in die 2021 aktualisierten S3-

Leitlinien lediglich erwähnt, vermutlich, weil zum Zeitpunkt der Aktualisierung (1.9.2021) das SSTS bereits vom Markt genommen war (31.5.2021).

Die im Kapitel 2.5 (s.o.) formulierten 3 Fragestellungen wurden alle vollständig und wissenschaftlich beantwortet und die Hypothese „Die postoperative Schmerztherapie mit SSTS ist vom personellen Aufwand, gemessen durch Personalbindungszeiten, weniger zeitintensiv als PCiA oder pNK“ wurde bestätigt.

6. Literaturverzeichnis

1. Bundesärztekammer. (Muster-)Berufsordnung für die in Deutschland tätigen Ärztinnen und Ärzte. 2018; Erhältlich über: https://www.bundesaerztekammer.de/fileadmin/user_upload/downloads/pdf-Ordner/MBO/MBO-AE.pdf; zuletzt aufgerufen 18.04.2020.
2. Simanski, C., et al., Die Qualität der postoperativen Schmerztherapie beeinflusst die Krankenhauswahl. Ergebnisse einer anonymen Patientenumfrage. Schmerz, 2006. 20(4): p. 327-33.
3. Erlenwein, J., et al., Akutschmerztherapie in deutschen Krankenhäusern als Wettbewerbsfaktor. Wird die Praxis der Akutschmerztherapie von Wettbewerb, Trägerschaft und Fallschwere beeinflusst? Schmerz, 2015. 29(3): p. 266-75.
4. Loeser, J.D. and J.J. Bonica, Bonica's management of pain. 2001, Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins.
5. Nilges, P. and B. Nagel, Was ist chronischer Schmerz? Dtsch Med Wochenschr, 2007. 132: p. 2133-2138.
6. DIVS. S3-Leitlinie Behandlung akuter perioperativer und posttraumatischer Schmerzen. 2009; Erhältlich über: https://www.dgni.de/images/stories/Leitlinien/behandlung_akuter_perioperativer_und_posttraumatischer_schmerzen.pdf; zuletzt aufgerufen 22.08.2021.
7. AWMF. Behandlung akuter perioperativer und posttraumatischer Schmerzen. Erhältlich über: <https://www.awmf.org/leitlinien/detail/anmeldung/1/II/001-025.html>; zuletzt aufgerufen 25.05.2023.
8. Erlenwein, J., et al., Akutschmerztherapie in der stationären Versorgung an deutschen Krankenhäusern. Ergebnisse des Akutschmerzzensus 2012. Schmerz, 2014. 28(2): p. 147-56.
9. Gan, T.J., et al., Incidence, patient satisfaction, and perceptions of post-surgical pain: results from a US national survey. Curr Med Res Opin, 2014. 30(1): p. 149-60.
10. Gerbershagen, H.J., et al., Pain intensity on the first day after surgery: a prospective cohort study comparing 179 surgical procedures. Anesthesiology, 2013. 118(4): p. 934-44.

11. Rothaug, J., et al., Patients' perception of postoperative pain management: validation of the International Pain Outcomes (IPO) questionnaire. *J Pain*, 2013. 14(11): p. 1361-70.
12. Power, I., Fentanyl HCl iontophoretic transdermal system (ITS): clinical application of iontophoretic technology in the management of acute postoperative pain. *Br J Anaesth*, 2007. 98(1): p. 4-11.
13. Apfelbaum, J.L., et al., Postoperative pain experience: results from a national survey suggest postoperative pain continues to be undermanaged. *Anesth Analg*, 2003. 97(2): p. 534-40, table of contents.
14. Maier, C., The quality of pain management in German hospitals. *Dtsch Arztebl Int*, 2010. 107(36): p. 607-614.
15. Bialas, P., et al., Progressive Muskelrelaxation in der postoperativen Schmerztherapie. *Schmerz*, 2020. 34(2): p. 148-155.
16. Grass, J.A., Patient-controlled analgesia. *Anesth Analg*, 2005. 101(5 Suppl): p. S44-61.
17. Messerer, B., et al., Postoperative Schmerzmessung bei speziellen Patientengruppen. Teil I: Das kognitiv unbeeinträchtigte Kind. *Schmerz*, 2011. 25(3): p. 245-55.
18. Chan, V.W., et al., Impact of patient-controlled analgesia on required nursing time and duration of postoperative recovery. *Reg Anesth*, 1995. 20(6): p. 506-14.
19. Lehmann, K.A., Der Postoperative Schmerz - Bedeutung, Diagnose und Behandlung. 1994: p. 317-321.
20. Lehmann, K.A., New developments in patient-controlled postoperative analgesia. *Ann Med*, 1995. 27(2): p. 271-82.
21. Lehmann, K.A., Patient-controlled analgesia: An efficient therapeutic tool in the postoperative setting. *Eur Surg Res*, 1999. 31(2): p. 112-21.
22. Lehmann, K.A., B. Tenbuhs, and W. Hoeckle, Postoperative On-Demand Analgesie mit Pentazocin (Fortral). *Langenbecks Arch Chir*, 1985. 367(1): p. 27-40.
23. Maleck, W.H., S.N. Piper, and J.G. Triem, Fentanyl epidural: Legal, illegal, total egal? Bemerkungen zur Weiterbildungsarbeit von J. Jage und H. Hartje *Postoperative Schmerztherapie, Teil II Anaesthesist* (1997) 46:161-173. *Anaesthesist*, 1998. 47(7): p. 605-9.

24. Schöffner, M.W., et al., Distal vs. proximal sciatic nerve block for pain treatment after total knee arthroplasty - RCT of two combined, continuous, peripheral nerve blocks. *Anästh Intensivmed*, 2021. 62: p. 199-208.
25. Proske, C. Allgemeinanästhesie versus Regionalanästhesie in der ambulanten Schulterchirurgie: ein randomisierter klinischer Methodenvergleich. 2010 zuletzt aufgerufen 22.08.2021]; Erhältlich über: https://macau.uni-kiel.de/receive/diss_mods_00006572?lang=de.
26. Ganapathy, S., et al., Modified continuous femoral three-in-one block for postoperative pain after total knee arthroplasty. *Anesth Analg*, 1999. 89(5): p. 1197-202.
27. Kaloul, I., et al., The posterior lumbar plexus (psoas compartment) block and the three-in-one femoral nerve block provide similar postoperative analgesia after total knee replacement. *Can J Anaesth*, 2004. 51(1): p. 45-51.
28. Capdevila, X., et al., Effects of perioperative analgesic technique on the surgical outcome and duration of rehabilitation after major knee surgery. *Anesthesiology*, 1999. 91(1): p. 8-15.
29. Serpell, M.G., F.A. Millar, and M.F. Thomson, Comparison of lumbar plexus block versus conventional opioid analgesia after total knee replacement. *Anaesthesia*, 1991. 46(4): p. 275-7.
30. Singelyn, F.J., et al., Effects of intravenous patient-controlled analgesia with morphine, continuous epidural analgesia, and continuous three-in-one block on postoperative pain and knee rehabilitation after unilateral total knee arthroplasty. *Anesth Analg*, 1998. 87(1): p. 88-92.
31. Raeder, J., Opioids in the treatment of postoperative pain: old drugs with new options? *Expert Opin Pharmacother*, 2014. 15(4): p. 449-52.
32. EMEA. Wissenschaftliche Schlussfolgerungen und Begründung der EMEA für die Aussetzung der Genehmigung für das Inverkehrbringen für Ionsys. 2009; Erhältlich über: https://ec.europa.eu/health/documents/community-register/2009/2009011653069/anx_53069_de.pdf; zuletzt aufgerufen 18.04.2020.
33. Katz, P., et al., Indirect treatment comparison of two non-invasive patient-controlled analgesia treatments for acute post-operative pain management. *Curr Med Res Opin*, 2017. 33(5): p. 911-918.

34. Giaccari, L.G., et al., Sufentanil Sublingual for Acute Post-Operative Pain: A Systematic Literature Review Focused on Pain Intensity, Adverse Events, and Patient Satisfaction. *Pain Ther*, 2020.
35. Melson, T.I., et al., Sufentanil sublingual tablet system vs. intravenous patient-controlled analgesia with morphine for postoperative pain control: a randomized, active-comparator trial. *Pain Pract*, 2014. 14(8): p. 679-88.
36. Stoker, D.G., et al., Analgesic efficacy and safety of morphine-chitosan nasal solution in patients with moderate to severe pain following orthopedic surgery. *Pain Med*, 2008. 9(1): p. 3-12.
37. Anonymous, Editorial: Postoperative pain. *Anaesth Intensive Care*, 1976. 4(2): p. 95.
38. Maier, C., et al., Postoperative Schmerztherapie auf Allgemeinen Krankenpflegestationen. Analyse der achtjährigen Tätigkeit eines Anästhesiologischen Akutschmerzdienstes. *Anaesthesist*, 1994. 43(6): p. 385-97.
39. Pogatzki-Zahn, E.M. and W. Meissner, Therapie postoperativer Schmerzen in Deutschland. Aktueller Stand. *Schmerz*, 2015. 29(5): p. 503-9.
40. Kathmann, D.W., Aus Akutschmerzdienst wird Schmerzdienst - Aktualisierung der Akutschmerzleitlinie – was kommt, was bleibt, was geht?, Deutscher Schmerzkongress, Mannheim, 12. Oktober 2017. *Schmerzmedizin*, 2017. 33(6): p. 20.
41. Bialas, P., et al., Auswirkung einer stationsweiten Standardisierung der Akutschmerztherapie. Parameter zur Patienten- und Providerzufriedenheit und Kostenstruktur (STANDAKU). *Schmerz*, 2018. 32(6): p. 449-455.
42. Boche, R., et al., Pflegerische Schmerzexperten an deutschen Kliniken. Eine Erfassung zu Tätigkeitsprofilen und Aufgaben. *Schmerz*, 2018. 32(1): p. 48-55.
43. Jaksch, W., et al., Schmerzversorgung bei chirurgischen Eingriffen. Ergebnisse einer österreichweiten Patientenbefragung zur postoperativen Schmerzsituation und zum perioperativen Schmerzmanagement. *Schmerz*, 2018. 32(3): p. 171-180.
44. Deutsches_Pflegeportal. Pain Nurse. 2015; Erhältlich über: <https://www.deutsches-pflegeportal.de/ratgeber/berufe-in-der-pflege/fort-und-weiterbildungen-in-der-pflege/pain-nurse>, zuletzt aufgerufen 24.04.2020.

45. ICD-Code. OPS 8-919. 2020; Erhältlich über: <https://www.icd-code.de/ops/code/8-919.html>, zuletzt aufgerufen 01.05.2020.
46. Kassenärztliche Bundesvereinigung. Gesundheitsdaten. Kosten im Krankenhausbereich steigen kontinuierlich. 2021; Erhältlich über: [https://gesundheitsdaten.kbv.de/cms/html/17040.php#:~:text=Die%20Personalkosten%20machten%20im%20Jahr,\(61%20%25%20der%20Personalkosten\)](https://gesundheitsdaten.kbv.de/cms/html/17040.php#:~:text=Die%20Personalkosten%20machten%20im%20Jahr,(61%20%25%20der%20Personalkosten);); zuletzt aufgerufen 30.11.2021.
47. Fanelli, A., et al., Activity-based costing analysis of the analgesic treatments used in postoperative pain management in Italy. *Minerva Med*, 2016. 107(1): p. 1-13.
48. Eberhart, L., et al., Activity-based cost analysis of opioid-related nausea and vomiting among inpatients. *J Opioid Manag*, 2014. 10(6): p. 415-22.
49. Erlenwein, J., et al., Personelle und organisatorische Voraussetzungen für Schmerzdienste in Krankenhäusern. Empfehlung der Deutschen Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin e. V.. *Anaesthesist*, 2019.
50. Fanelli, A., M.C. Sorella, and J.E. Chelly, Iontophoretic transdermal fentanyl for the management of acute perioperative pain in hospitalized patients. *Expert Opin Pharmacother*, 2016. 17(4): p. 571-7.
51. Frampton, J.E., Sublingual Sufentanil: A Review in Acute Postoperative Pain. *Drugs*, 2016. 76(6): p. 719-29.
52. Stamer, U.M., et al., Perioperative Schmerztherapie mit Nichtopioidanalgetika. Gemeinsame interdisziplinäre Empfehlung der Deutschen Schmerzgesellschaft, der Deutschen Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin und der Deutschen Gesellschaft für Chirurgie. *Schmerz*, 2021. 35(4): p. 265-281.
53. Wirz, S., S. Seidensticker, and R. Shtrichman, Patient-Controlled Analgesia (PCA): Intravenous Administration (IV-PCA) versus Oral Administration (Oral-PCA) by Using a Novel Device (PCoA(R) Acute) for Hospitalized Patients with Acute Postoperative Pain-A Comparative Retrospective Study. *Pain Res Manag*, 2021. 2021: p. 2542010.
54. Minkowitz, H.S., A review of sufentanil and the sufentanil sublingual tablet system for acute moderate to severe pain. *Pain Manag*, 2015. 5(4): p. 237-50.
55. Minkowitz, H.S. and K. Candiotti, The role of sublingual sufentanil nanotabs for pain relief. *Expert Opin Drug Deliv*, 2015. 12(5): p. 845-51.

56. Meuser, T., et al., Staff time requirements for postoperative pain management: Comparison of sufentanil sublingual tablet system and intravenous patient-controlled analgesia. *J Opioid Manag*, 2019. 16(1): p. 33-39.
57. Sedgwick, P. and N. Greenwood, Understanding the Hawthorne effect. *BMJ*, 2015. 351: p. h4672.
58. Ringold, F.G., et al., Sufentanil sublingual tablet system for the management of postoperative pain following open abdominal surgery: a randomized, placebo-controlled study. *Reg Anesth Pain Med*, 2015. 40(1): p. 22-30.
59. Scardino, M., et al., Sublingual sufentanil tablet system Zalviso(R) for postoperative analgesia after knee replacement in fast track surgery: a pilot observational study. *J Exp Orthop*, 2018. 5(1): p. 8.
60. Pogatzki-Zahn, E., et al., Real-world use of the sufentanil sublingual tablet system for patient-controlled management of acute postoperative pain: a prospective noninterventional study. *Curr Med Res Opin*, 2020. 36(2): p. 277-284.

7. Anhang

7.1. Abbildungsverzeichnis

Abb.1: mittlere ASA Scores der verschiedenen Behandlungsgruppen	19
Abb.2: ASA Scores der mit PCiA behandelten Patienten	20
Abb.3: ASA Scores der mit SSTS behandelten Patienten	20
Abb.4: ASA Scores der mit pNK behandelten Patienten	20
Abb.5: Gesamtpersonalbindungszeiten verschiedener Behandlungsgruppen	21
Abb.6: Gesamtpersonalbindungszeiten abzüglich der Visitenzeiten	22
Abb.7: Bindungszeiten der PCiA-Methode, Prozessschritte im Vergleich	23
Abb.8: Bindungszeiten der SSTS-Methode, Prozessschritte im Vergleich	23
Abb.9: Bindungszeiten der pNK, Prozessschritte im Vergleich	24
Abb.10: Bindungszeit Vorbereitung/Bereitstellung (Prozessschritt A)	25
Abb.11: Bindungszeit Patientenübergabe (Prozessschritt B)	26
Abb.12: Bindungszeit Visiten (Prozessschritt C)	27
Abb.13: Bindungszeit für Abbau (Prozessschritt D)	28
Abb.14: Bindungszeit Aufbereitung/Reinigung (Prozessschritt E)	29
Abb.15: Durchschnittliche Visitendauer	29
Abb.16: Anzahl der Visiten bei PCiA	30
Abb.17: Anzahl der Visiten bei SSTS	30
Abb.18: Anzahl der Visiten bei pNK	31
Abb.19: Anzahl der Visiten im Vergleich der Verfahren	31

7.2. Sequenzerhebungsbogen

Exemplarischer Ausschnitt - PCiA, Prozessschritt A

A. Bereitstellung des Verfahrens

Dieser Abschnitt umfasst alle Aufgaben, die notwendig sind, um das Verfahren vorzubereiten, damit es am Einsatzort verwendet werden kann.

Beginn der Bereitstellung des Verfahrens (Uhrzeit): _____ : _____

Schritte	PCA Pumpe
Geräteentnahme	<ul style="list-style-type: none">• Entnahme vom Verwahrort• Optische Prüfung
Zusammenbau	<ul style="list-style-type: none">• Entnahme der Medikation aus dem BtM- bzw. Vorratsort• ggf. Dokumentation der BtM-Entnahme• Entnahme der Kartusche sowie der Zuleitungen und sonstiges Zubehör vom Vorratsort
Inbetriebnahme	<ul style="list-style-type: none">• Einschalten des Geräts sowie Abwarten der Einschalttroutine• Zusammenstellen der Medikation sowie Aufbau der Pumpe• Programmierung
Ergebnis	<ul style="list-style-type: none">• Gerät betriebsbereit

Ressourcenverbrauch

Benötigte Zeit in sec.	Pflege	
	Arzt	
Verwendetes Material (bitte ankreuzen)	PCA Pumpe	
	<ul style="list-style-type: none"> ○ 4 Ampullen Dipidolor, 52ml NaCl, 1000ml Jonosteril 1/1, Spritze, PCA-Set, Zuleitung, Drei-Wege-Hahn, Rückschlagventil, Aufziehkanüle mit Filter, Minispitze, Infusionsbesteck, Aufkleber für PCA-Spritze, Auslöseknopf, Kabel ○ Sonstiges Material: 	

Falls Prozessabweichungen aufgetreten sind, bitte dokumentieren:

Prozessabweichung	PCA Pumpe
Gerät	<ul style="list-style-type: none"> ○ Keine Funktion ○ Sichtprüfung nicht bestanden ○ Display defekt ○ Sonstiges technisches Problem:
Material	<ul style="list-style-type: none"> ○ Material war nicht mehr vorhanden
Zusammenbau	<ul style="list-style-type: none"> ○ Gerät funktioniert nicht nach Erwartung
Sonstiges (bitte eintragen)	<ul style="list-style-type: none"> ○ Sonstiges:
Konsequenzen	<ul style="list-style-type: none"> ○ Prozessabweichung konnte gelöst werden ○ Ersatzgerät verwendet

Ressourcenverbrauch der Prozessabweichung		
Benötigte Zeit in sec.	Pflege	
	Arzt	
Verwendetes Material (bitte ankreuzen)	<input type="radio"/> Sonstiges Material:	