

Der BIS zur Vermeidung einer Awareness

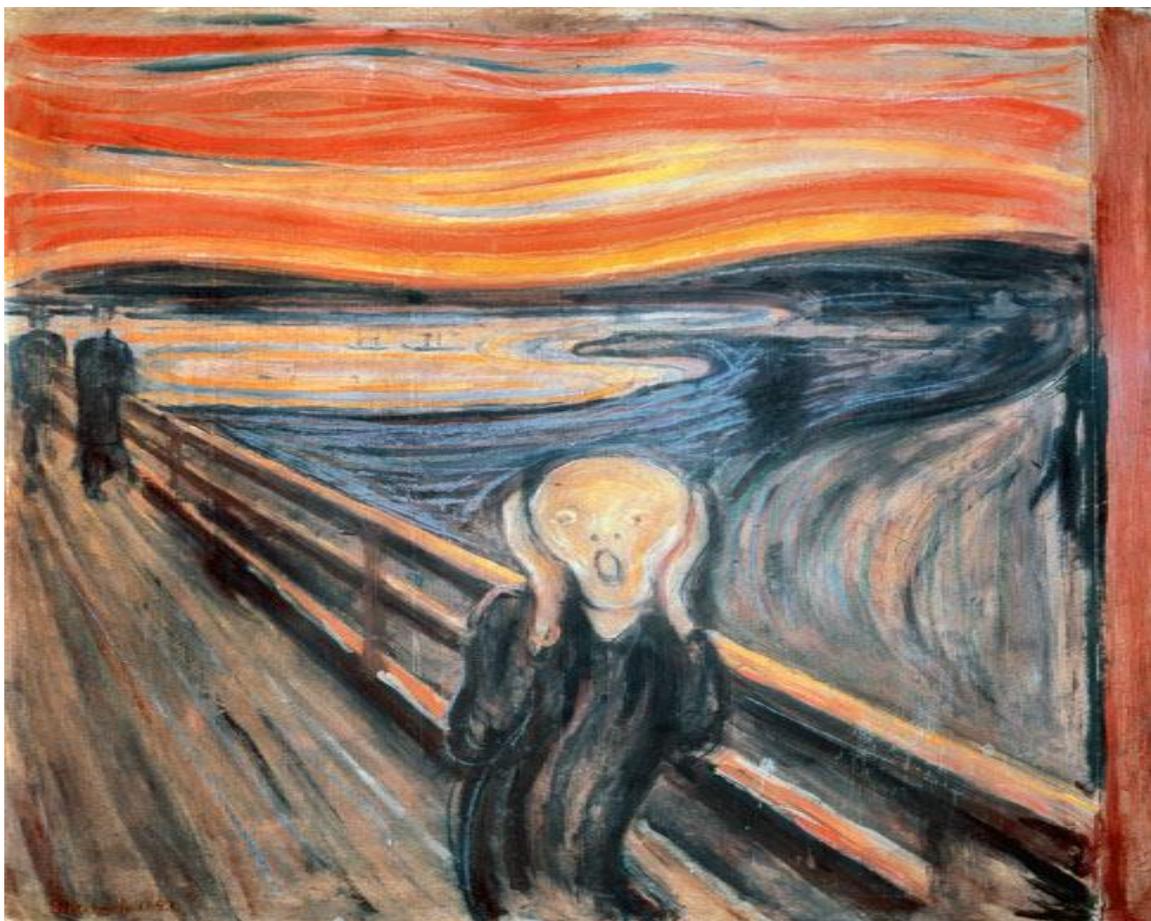
Diplomarbeit zur diplomierten Expertin Anästhesiepflege NDS HF

Martina Rost

Kantonsstrasse 15

6207 Nottwil

März 2019



Mentor: Sven von Niederhäusern

XUND Bildungszentrum Gesundheit Zentralschweiz

Klasse 17H A

Abstract

Ziel: Awareness ist eine typische Komplikation der Allgemeinanästhesie. Mit einer Inzidenz von 0,1-0,2% tritt sie jedoch selten auf. Anhand klinischer Zeichen kann intraoperativ abgeschätzt werden, ob ein Patient oder eine Patientin narkotisiert ist. Jedoch können diverse Medikamente und Erkrankungen diese Zeichen unterdrücken. Um die Narkosetiefe einzuschätzen, kann der Bispectral-Index-Monitor (BIS) eingesetzt werden. Aufgrund diverser Artefakte, welche den BIS beeinflussen und manipulieren können, wird die Analyse erschwert. In dieser Arbeit wird der Frage nachgegangen, inwiefern der BIS die Awareness bei Erwachsenen mit einer totalen intravenösen Anästhesie (TIVA) verhindern kann.

Methodik: Die Grundlagentheorien bezüglich Awareness und BIS wurden aus diversen Fachartikeln entnommen und zusammengefasst. Um den Effekt des BIS auf die Awareness festzustellen, sind verschiedene Studien analysiert und festgehalten worden. Die Fachartikel und Studien wurden aus online verfügbaren Datenbanken wie „PubMed“, Bibnet und Google Scholar entnommen.

Ergebnisse: Diverse Studien legen fest, dass der BIS die Awareness bei einer TIVA reduziert. Die Autoren und Autorinnen der verschiedenen Studien sind sich jedoch nicht einig, ob der BIS die Awareness nur bei Erwachsenen mit mindestens einem Risikofaktor für eine Awareness reduziert oder auch bei gesunden Personen. Anhand der Studien ist der BIS den klinischen Zeichen zur Vermeidung einer Awareness überlegen. Hypertonien und Tachykardien treten bei einer Awareness nur selten auf, ebenfalls bewegen sich Patienten und Patientinnen nur zu 2%. In allen Studien konnte festgehalten werden, dass in den Gruppen, welche einen BIS erhalten haben, deutlich weniger Awareness-Fälle vorgekommen sind. Awareness-Fälle sind in den Studien auch aufgetreten, obwohl der angezeigte BIS-Wert unter der empfohlenen Grenze von 60 lag. Dies könnte unter anderem an der Datenbank liegen, mit welcher der BIS verglichen wird.

Schlussfolgerungen: Es kann deutlich aufgezeigt werden, dass eine BIS unterstützte Anästhesie die Fälle von Awareness bei Risikopatienten und Risikopatientinnen vermindert. Inwiefern eine explizite oder implizite Awareness vermindert werden kann, wird in den Studien nicht erwähnt. Zudem wären grössere Studien erforderlich, um eruieren zu können, inwieweit der BIS die Awareness bei gesunden Erwachsenen vermindern kann. Trotzdem sollte nicht auf den BIS verzichtet werden, dies gilt auch für nichtrelaxierte und gesunde Patienten und Patientinnen. Wichtig ist dabei, dass der BIS intraoperativ fortlaufend betrachtet wird und allfällige Artefakte erkannt werden.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	4
1.1	Hinführung zum Thema.....	4
1.2	Fragestellung	5
1.3	Zielsetzung.....	5
1.4	Eingrenzung.....	5
1.5	Methodik.....	5
2	Awareness	6
2.1	Definition.....	6
2.2	Inzidenz und Risikofaktoren	7
2.3	Folgen.....	8
2.4	Überwachung Narkosetiefe.....	8
3	BIS-Monitor	9
3.1	BIS Grundlagen.....	9
3.2	EEG Grundlagen	10
3.3	EEG Artefakte	11
4	BIS und Awareness.....	12
5	Diskussion	13
6	Schlussfolgerung	17
7	Reflexion	18
8	Danksagung	20
9	Literaturverzeichnis	21
10	Abbildungs- und Tabellenverzeichnis	23
11	Abkürzungsverzeichnis	24
12	Anhang	25

1 Einleitung

1.1 Hinführung zum Thema

Die Awareness ist in meinem Beruf als diplomierte Expertin Anästhesiepflege ein täglicher Begleiter. Während einer Operation überlege ich mir, ob die Patienten und Patientinnen genügend tief in der Narkose sind, dementsprechend passe ich aufgrund verschiedener Parameter meine Anästhesie an. In der ersten Zeit nach meiner dreimonatigen Einführung in der Anästhesie hatte ich jeweils Respekt, als der erste Schnitt der Operation durchgeführt wurde. Dabei fragte ich mich immer, ob die Patienten und Patientinnen genügend Anästhetika erhalten haben, damit sie nicht plötzlich erwachen oder einen Schmerz fühlen. Hier habe ich mich sehr auf den BIS-Wert gestützt und fühlte mich bei einem tiefen Wert sicherer. Inzwischen achte ich vermehrt auf die klinischen Zeichen der Patienten und Patientinnen, wie Herzfrequenz, Blutdruck oder Schwitzen. Hier stellt sich mir die Frage, wie stark kann ich mich auf den angezeigten BIS-Wert verlassen? Ich weiss, dass ich diesen nicht einzeln betrachten darf, um den Wert korrekt interpretieren zu können. Teilweise ist es für mich schwierig, diesen Wert korrekt zu interpretieren. Ich habe bereits erlebt, dass Patienten und Patientinnen bei einem tiefen BIS-Wert klinisch reagiert oder sich bewegt haben. Aber auch die andere Seite, dass trotz hohem BIS-Wert keine klinischen Anzeichen einer intraoperativen Wachheit vorhanden waren. Auch hier stellt sich mir die Frage, was bekommt der Patient oder die Patientin mit? Wie zuverlässig ist der BIS-Wert und inwieweit kann ich mich auf diesen Wert verlassen, um zu verhindern, dass die Patienten und Patientinnen eine Awareness erleiden? Auch in meinem Bekanntenkreis höre ich immer wieder die Frage, wie sicher ist es, dass man nichts mitbekommt und keinen Schmerz verspürt während einer Allgemeinanästhesie und wie kann dies sichergestellt werden?

Bei einer Operation habe ich erlebt, dass sich ein Patient zu Beginn der Operation auf einen Reiz des Operateurs ziemlich stark bewegt hat. Der BIS-Wert hat mir jedoch 35 angezeigt und nach ungefähr 30 Sekunden ist der BIS-Wert auf 45 angestiegen. Die Signalqualität war gut und das Elektromyogramm niedrig. Hier habe ich mir die Frage gestellt, ob ich mich auf diesen Wert verlassen kann. Die Herzfrequenz des Patienten ist von 40 bpm auf 80 bpm angestiegen und auch der Blutdruck hat sich systolisch von 100 mmHg auf 125 mmHg und diastolisch von 55 mmHg auf 70 mmHg erhöht. Wie sicher ist es nun, dass der Patient keine Awareness erlitten hat? Da der BIS-Wert nicht anstieg und die Signalqualität hoch war, fühlte ich mich auf der sicheren Seite, dass der Patient keine Awareness erlebt hat. Habe ich mich in dieser Situation zu sehr auf den niedrigeren BIS-Wert verlassen? Aufgrund dieser Fragen möchte ich mich vertieft mit dem BIS im Zusammenhang mit der Awareness auseinandersetzen und diesen verstehen.

1.2 Fragestellung

Wie zuverlässig kann ein Bispectral-Index-Monitoring eine Awareness bei einer totalen intravenösen Anästhesie verhindern?

1.3 Zielsetzung

Die Ziele der Arbeit sind folgende:

- Die Awareness ist inklusiv all ihren Unterschieden beschrieben und die möglichen Folgen sind verstanden.
- Es ist dargelegt wie zuverlässig der BIS die Awareness bei Erwachsenen verhindern kann, welche Faktoren bei diesem Monitoring wichtig sind und was diese aussagen.

1.4 Eingrenzung

In dieser Arbeit wird nur auf erwachsene Patienten und Patientinnen während einer Allgemeinanästhesie eingegangen. Die intravenösen Anästhetika stehen in dieser Arbeit im Vordergrund und werden berücksichtigt. In Bezug auf die Verhinderung einer Awareness wird nur auf das BIS-Monitoring eingegangen.

1.5 Methodik

Die Arbeit ist eine Theoriearbeit, welche sich auf einer Literaturrecherche aufbaut. Die Literatur wird aus online verfügbaren Datenbanken wie „PubMed“, Bibnet und Google Scholar genommen. Diese stammen meistens aus anerkannten Fachzeitschriften aus der ganzen Welt. Grundlagewissen werden unter anderem auch von Sachbüchern entnommen.

2 Awareness

Während einer Narkose wird das Bewusstsein des Patienten oder der Patientin ausgeschaltet und mittels Opioiden wird die Schmerzwahrnehmung gehemmt. Jedoch gibt es immer wieder Fälle, in denen Patienten und Patientinnen während einer Operation erwachen. Falls dies passiert wird von einer Awareness gesprochen (Fresenius, Heck & Busch, 2017). Die Häufigkeit dieses Ereignisses und welche Unterschiede vorhanden sind, werden im folgenden Kapitel dargelegt. Es wird zusätzlich darauf eingegangen, welche Patienten und Patientinnen ein grösseres Risiko aufweisen, um eine Awareness zu erleiden und welche möglichen Folgen dabei entstehen können.

2.1 Definition

Awareness wird als unerwünschte Wachheit während einer Narkose definiert. Zusätzlich können dabei Erinnerungen entstehen, sogenannte Recalls (Fresenius et al., 2017). Hierbei sind explizite und implizite Erinnerungen zu unterscheiden. Awareness bezieht sich meist nur auf die intraoperative Wachheit mit expliziter Erinnerung. Dies bedeutet, dass die Patienten und Patientinnen sich an ein Ereignis während der Narkose erinnern können (Pilge & Schneider, 2013). Implizite Erinnerungen liegen meist im Verborgenen und sind komplexer. Sie lassen sich derzeit im klinischen Alltag nicht hinreichend erfassen (Pilge & Schneider, 2013; Bischoff & Rundshagen, 2011). Awareness wird meistens erst einige Tage später (bis 30 Tage nach der Operation) wahrgenommen, nur ca. 1/3 aller Patienten und Patientinnen geben dies direkt nach der Operation an (Fresenius et al., 2017). Am häufigsten werden akustische Wahrnehmung während einer Awareness angegeben. Anästhetika schalten die physiologische Funktion des Hörens nur indirekt aus, indem die kognitive Signalverarbeitung ausgeschaltet wird (Bischoff & Rundshagen, 2011).

Die folgende Abbildung 1 zeigt eine Klassifikation intraoperativer Wachheitszustände auf, zusätzlich sind der postoperative Verlauf und die Langzeitfolgen dargestellt:

Klassifikation intraoperativer Wachheitszustände					
Grad	intraoperativ		unmittelbar postoperativ	spät postoperativ (> 1 Woche)	Bezeichnung
0	bewusstlos	keine Zeichen	keine Erinnerung	keine Erinnerung	adäquate Anästhesie
1	bei Bewusstsein	klin. Zeichen / IFT+	keine Erinnerung	keine Erinnerung oder Folgen	intraop. Wachheit mit obliterierter ex-/impliziter Erinnerung
2	bei Bewusstsein, verbale Stimuli	klin. Zeichen / IFT+	keine Erinnerung	keine explizite Erinnerung, implizite Erinnerung ohne Folgen	intraop. Wachheit mit impliziter Erinnerung
3	bei Bewusstsein	klin. Zeichen / IFT+	keine Erinnerung	PTSD/ Alpträume etc., keine explizite Erinnerung	intraop. Wachheit mit impliziter emotionaler Erinnerung
4	bei Bewusstsein	klin. Zeichen / IFT+	explizite Erinnerung +/- Schmerz	explizite Erinnerung, keine Folgen	intraop. Wachheit, belastbarer Patient
5	bei Bewusstsein	klin. Zeichen / IFT+	explizite Erinnerung, Leiden und/oder Schmerz	explizite Erinnerung, PTSD/ Alpträume	intraop. Wachheit mit Folgen

Abbildung 1 *Klassifikation intraoperativer Wachheitszustände* (Pilge & Schneider, 2013, S. 50)

2.2 Inzidenz und Risikofaktoren

Eine Awareness tritt bei Patienten und Patientinnen ohne Risiken mit einer Wahrscheinlichkeit von 0,1-0,2% auf. Es kann jedoch davon ausgegangen werden, dass nicht alle Fälle erfasst werden und aufgrund dessen eine Dunkelziffer existiert (Bischoff & Rundshagen, 2011). Risikopatienten und Risikopatientinnen haben ein zehnfach höheres Risiko eine Awareness zu erleiden. Die Gefahr einer Awareness liegt hier bei 1% (Pilge & Schneider, 2013).

Die Risikofaktoren für eine Awareness können in patientenbezogene und anästhesie- und operationsbezogene Aspekte unterteilt werden. Von patientenbezogenen Risiken wird gesprochen, wenn diverse Begleiterkrankungen vorhanden sind, eine American Society of Anesthesiologists (ASA) Klassifizierung von \geq III vorliegt oder eingeschränkte kardiovaskuläre Leistungsreserven bestehen. Drogenabhängige sowie auch Patienten und Patientinnen, welche an chronischen Schmerzen leiden und deswegen häufig Opioide einnehmen, haben ein erhöhtes Risiko eine Awareness zu erleiden. Adipöse Personen haben aufgrund der schlecht einzuschätzenden Pharmakokinetik der Anästhetika ebenfalls ein erhöhtes Awareness-Risiko. Weitere patientenbezogene Risikofaktoren bestehen, wenn bereits eine Awareness erlebt wurde, genetisch begünstigende Faktoren vorhanden sind oder die Patientin oder der Patient sehr ängstlich ist. Falls eine schwierige Intubation erwartet wird oder anamnestisch stattgefunden hat, ist dies ebenfalls ein Risikofaktor (Pilge & Schneider, 2013; Fresenius et al., 2017; Bischoff & Rundshagen, 2011).

Bei gewissen Operationen, wie Sectio caesarea, kardiochirurgischen Eingriffen, Notfallingriffen oder akute Traumachirurgie ist ein erhöhtes Awareness-Risiko vorhanden. Die Verwendung von Muskelrelaxanzien erhöht das Risiko einer Awareness nahezu um das Doppelte. Zudem ist bei Verwendung dieser Medikamente mit einer grösseren

Wahrscheinlichkeit von psychologischen Langzeitfolgen zu rechnen (Pilge & Schneider, 2013; Bischoff & Rundshagen, 2011).

2.3 Folgen

Ein psychisches Trauma ist eine häufige Folge der Awareness, insbesondere wenn die Betroffenen eine Bedrohung ihrer körperlichen Integrität erleben. Stress oder auch eine akute Belastungsstörung können daraus entstehen. Falls sich die betreffenden Personen nicht mit eigenen Ressourcen oder fremder Hilfe erholen, können sich Langzeitfolgen manifestieren. Diese zeigen sich durch Angststörung, depressive oder dissoziative Symptomatik, Abhängigkeitserkrankungen oder auch eine posttraumatische Belastungsstörung (PTBS). Falls die Symptomatik länger als vier Wochen anhält, ist mit einer Chronifizierung zu rechnen (Pilge & Schneider, 2013).

Das PTBS ist im ICD-10 folgendermassen definiert: «Die Betroffenen sind einem kurz- oder langfristigen Ereignis oder Geschehen von aussergewöhnlicher Bedrohung oder mit katastrophalem Ausmass ausgesetzt, das nahezu bei jedem tiefgreifende Verzweiflung auslösen würde» (ICD-10 zitiert in Pilge & Schneider, 2013, S. 50).

Ein Wiedererleben des Traumas, bei welchem Erinnerungen, Flashbacks oder Alpträume auftreten können, ist wahrscheinlich und ein Schlüsselsymptom. Weitere Symptome eines PTBS sind Vermeidungssymptome und emotionales Abstumpfen, bei welchem eine allgemeine Interesselosigkeit vorherrscht. Sowie eine Übererregtheit mit Schlafstörungen, Konzentrationsstörung, Reizbarkeit oder Wutausbrüchen (Bischoff & Rundshagen, 2011).

2.4 Überwachung Narkosetiefe

Bereits nach dem Einsatz der ersten Äther- und Chloroformmononarkose wurde durch Jon Snow eine Einteilung der Narkosetiefe anhand unterschiedlicher Gradierungen aufgezeigt (Snow, 1847 zitiert in Schmidt, Müller & Bischoff, 2008). Dazu sind eine genaue Beobachtung und eine grosse Erfahrung erforderlich. Während dem ersten Weltkrieg wurde aufgrund des Fehlens von erfahrenen Ärzten das Guedel-Schema entwickelt. Dazu wurden vor allem die motorischen Reaktionen wie Atmung, Muskelspannung und Bewegungen beurteilt. Jedoch verlor dieses Schema durch den Einsatz von Muskelrelaxanzien und Opioiden seine Gültigkeit (Schmidt et al., 2008). Woodbridge empfahl 1958 aufgrund dessen anstelle des Begriffs Narkosetiefe, einzelne Komponente der Narkose separat zu beschreiben. Er bezieht sich dabei auf folgende vier Komponente, den mentalen Block, den sensorischen Block, den motorischen Block und den reflektorischen Block. Der motorische Block kann mit Hilfe neuromuskulärer Monitore abgeschätzt werden. Anhand hämodynamischer Parameter kann der reflektorische Block interpretiert werden (Woodbridge, 1957 zitiert in Schmidt et al., 2008).

Diese sogenannten Surrogatparameter, welche sich aus Blutdruck, Herzfrequenz und Bewegung zusammensetzen, sind jedoch aufgrund hoher interindividueller Variabilität zur Steuerung der Narkose nicht geeignet (Schmidt & Bischoff, 2004). Bei einer Analyse aus den USA zwischen 1960 bis 1995 mit intraoperativer Wachheit stellte sich heraus, dass ein Blutdruckanstieg in lediglich 15% der Fälle gemessen wurde, in nur 7% Tachykardien vorgekommen sind und nur in 2% der Fälle die Patienten und Patientinnen sich bewegt haben (Domino, Posner, Caplan & Cheney, 1999 zitiert in Schmidt & Bischoff, 2004). Der sensorische und mentale Block kann mit Hilfe verschiedener EEG-Monitore bedingt gemessen werden (Schmidt & Bischoff, 2004). Im folgenden Kapitel wird näher auf einen dieser Monitore, den Bispectral-Index-Monitor (BIS-Monitor), eingegangen.

3 BIS-Monitor

Seit 1992 kann der BIS zur Interpretation der Narkosetiefe eingesetzt werden (Schmidt et al., 2008). 1996 wurde er als erstes EEG-basiertes Monitoring zur Überwachung der Anästhesie von der amerikanischen Food and Drug Administration (FDA) zugelassen (Wallenborn, 2012).

3.1 BIS Grundlagen

Der BIS ist eine dimensionslose numerische Zahl, welche die Gehirn-Aktivität misst und mittels des Elektroenzephalogramms (EEG) abgeleitet wird (Aniset, Knitschke & Frietsch, 2010; Schmidt & Bischoff, 2004). Der Name Bispectral-Index leitet sich aus der Bispektralanalyse ab. EEG-Signale, welche abweichend von der Norm sind, werden dadurch registriert und als zusätzliche Information zur Narkosetiefe eingesetzt (Schmidt & Bischoff, 2004; Schmidt et al., 2008). Zusätzlich zur Bispektralanalyse wird eine Power-Spektralanalyse zur Errechnung der Frequenzbereiche und eine Zeitdomänenanalyse durchgeführt (Aniset et al., 2010). Zuvor werden diverse Artefakte, wie Augenbewegungen, Schlucken und EKG-Einstreuungen aus dem EEG erkannt und von den weiteren Analysen ausgeschlossen (Schmidt & Bischoff, 2004; Wallenborn, 2012). Darüber hinaus beinhaltet der BIS zwei Algorithmen zur Erkennung von «Burst-Suppression». Der BIS-Algorithmus kombiniert die verschiedenen EEG-Merkmale miteinander. Die genaue Funktionsweise ist jedoch nur den Herstellern bekannt. Da der BIS auch hohe Frequenzen in seine Formel miteinbezieht, ist eine Beeinflussung durch das Elektromyogramm möglich (Schmidt & Bischoff, 2004; Schmidt et al., 2008). Die eingehenden Signale werden mit einer Datenbank verglichen und eingestuft. Diese Datenbank wird fortlaufend vom Hersteller erweitert und überarbeitet (Wallenborn, 2012). Schlussendlich ergibt sich ein BIS-Index in Form einer Zahl zwischen 0 und 100. Die Zahl 0 entspricht einem isoelektrischem EEG und 100 einem wachen Stadium. Während einer Allgemeinanästhesie wird ein BIS-Index zwischen 40 und 60 empfohlen (Aniset et al., 2010; Stein & Glick, 2016).

Die Anzeige des BIS-Index geht mit einer zeitlichen Verzögerung einher aufgrund Artefakterkennung und Auswertalgorithmen (Schmidt et al., 2008).

3.2 EEG Grundlagen

Mit dem EEG kann die elektrische Aktivität des Gehirns in Form von Spannungsschwankungen abgeleitet werden. Dabei werden negative und positive Potenziale aufgezeichnet. Die Frequenz des EEG wird als die Anzahl der Potenzialschwankungen pro Sekunde angegeben (Schmidt et al., 2008). Frequenzen werden zu sogenannten Frequenzbändern zusammengefasst, in Abbildung 2 sind die verschiedenen klassischen Frequenzbänder mit der entsprechenden Frequenz dargestellt. Alpha-Wellen (α) wurden zuerst beobachtet und beschreiben eine wache, gesunde und entspannte Person mit geschlossenen Augen. Beim Öffnen der Augen werden diese α -Wellen sistiert und es kommt zu Beta-Wellen (β), welche bei einer aufmerksamen und wachen Person vorherrschen. Theta-Wellen (θ) kommen bei einer abnehmenden Vigilanz vor. Delta-Wellen (δ) sind Potenzialschwankungen zwischen 0.5-4/s. Nebst diesen klassischen Frequenzbändern wurde der langsame Frequenzbereich, Sub- δ -Bereich, als auch der hochfrequente Bereich mit den Gamma-Wellen (μ) ergänzt (Schmidt et al., 2008; Schmidt & Bischoff, 2004). Bei ca. 85% aller Menschen herrscht im wachen Zustand ein Alpha-Rhythmus, 7% weisen einen Beta-Grundrhythmus auf und bei den restlichen Personen können auch erniedrigte Grundfrequenzen als Normvarianten auftreten. Diese hohe Variabilität ist unter anderem mitverantwortlich, dass keine 100%ige Zuverlässigkeit von intraoperativ abgeleiteten EEG-Monitoring erwartet werden kann (Wallenborn, 2012).

Ein intraoperatives EEG weist eine Vielzahl von langsamen und schnellen Frequenzen auf. Die Spectralanalyse kann mit Hilfe der Fast-Fourier-Transformation (FFT) das EEG-Signal digitalisieren und visuell darstellen (Schmidt et al., 2008).

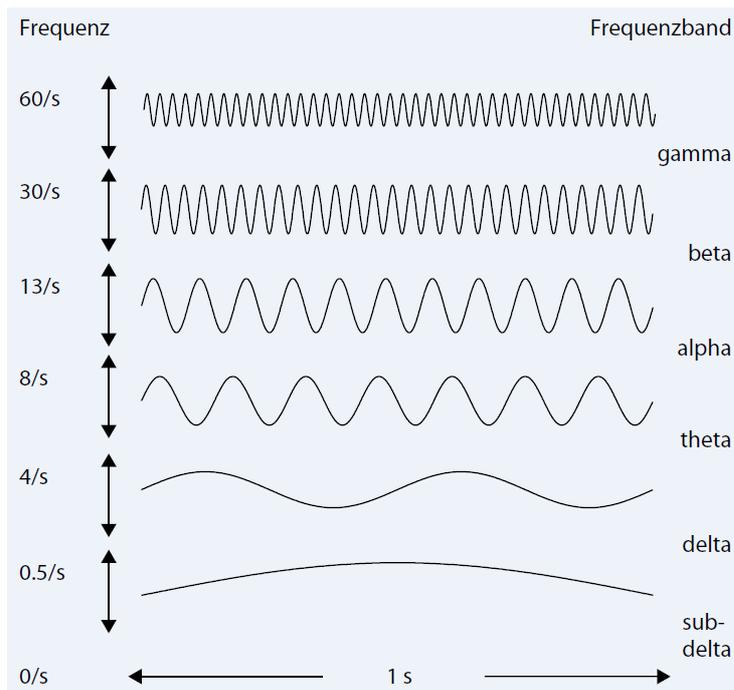


Abbildung 2 Einteilung der klassischen Frequenzbänder (Schmidt et al., 2008, S. 10)

3.3 EEG Artefakte

Im hochfrequenten Bereich über 30 Frequenzen pro Sekunde nimmt der Anteil der hirnelektrischen Aktivität ab und der Einfluss der Gesichtsmuskulatur an den Schwingungen zu (Elektromyogramm, EMG). Das EMG kann als Surrogatparameter des mentalen Blocks identifiziert werden. Es unterliegt jedoch diversen Einflüssen, welche unabhängig vom mentalen oder sensorischen Block sind und somit die Abschätzung der Narkosetiefe limitieren können (Schmidt et al., 2008).

Während einer Narkose sollte ein idealer EEG-Index mit zunehmenden Konzentrationen von Anästhetika einen monophasischen Verlauf darstellen. Während der Exzitation kommt es jedoch zu einer Zunahme der EEG-Aktivität aufgrund geringer Anästhetikakonzentrationen. Eine weitere Limitierung dieses monophasischen Verlaufs liegt beim Auftreten von «Burst-suppression»-Mustern. Dabei wird der Wechsel zwischen partieller Unterdrückung von EEG-Aktivitäten («suppression») und hochfrequenter EEG-Aktivität («burst») bezeichnet. Die Bursts führen dabei zu paradoxen Anstiegen der EEG-Aktivität (Schmidt & Bischoff, 2004; Schmidt et al., 2008).

Weitere Faktoren, welche das EEG beeinflussen können, sind auf physiologischer Ebene das Alter, Hypo- und Hyperkapnie, Hypoxie, Hypoglykämie, Hypothermie und Hypotension. Hypothermie begünstigt EEG-Suppression und in diversen Studien wurde nachgewiesen, dass die Hypothermie den BIS reduziert. Ebenso können Artefakte, wie Elektrokauter, elektrostatische Felder oder Wechselstromüberlagerungen, sowie zentral wirkende Substanzen das EEG beeinflussen (Wallenborn, 2012; Stein & Glick, 2016).

Desgleichen können gewisse neurologische Krankheiten das EEG beeinflussen. Patienten und Patientinnen mit Alzheimer oder vaskulärer Demenz weisen vermehrt langsame Frequenzbereiche im EEG auf, was zu einem tieferen BIS-Wert führt. Zusätzlich nimmt der BIS-Wert auch bei Patienten und Patientinnen mit zerebrovaskulärer Erkrankung ab, bedingt durch zerebrale Ischämie (Stein & Glick, 2016).

4 BIS und Awareness

Aufgrund der niedrigen Inzidenz von Awareness ist der Nachweis einer effektiven Reduktion sehr aufwändig (Schmidt et al., 2008). In den vergangenen Jahren wurden jedoch viele Studien durchgeführt, welche die Wirksamkeit des BIS bezüglich Awareness untersuchten. Im folgenden Abschnitt werden einige dieser Studien und ihre Resultate näher betrachtet und aufgezeigt.

Myles, Leslie, McNeil, Forbes & Chan (2004) führten eine kontrollierte, randomisierte Studie durch, bei welcher sie ausschliesslich Erwachsene mit mindestens einem Risikofaktor für Awareness während einer Allgemeinanästhesie untersuchten. Die Inzidenz von Awareness wurde mit einer Standardgruppe und einer BIS-Gruppe verglichen. Vom Zeitpunkt der Laryngoskopie bis zum Wundverschluss lag der BIS zwischen 40-60. In der BIS-Gruppe traten 22 Fälle (1,8%) auf, bei welchen eine mögliche oder bestätigte Awareness vorkam und in der Kontrollgruppe waren dies 27 Fälle (2,2%). Die Häufigkeit von bestätigter Awareness betrug in der BIS-Gruppe 0.16% (2 von 1225 Personen) und bei der Standardgruppe 0.91% (11 von 1238 Personen). Bei den beiden Fällen von Awareness in der BIS-Gruppe lag der BIS bei 79-82 und 55-59. Awareness kann demnach auch vorkommen, wenn der BIS auf dem oberen Limit der empfohlenen Grenzen von 40-60 ist. Die Autoren und Autorinnen schlussfolgerten, dass das BIS-Monitoring das Risiko einer Awareness bei Erwachsenen mit einem Risikofaktor um 82% reduziert.

Ekman, Lindholm, Lennmarken & Sandin (2004) führten eine prospektive Studie mit 4945 kardial gesunden Erwachsenen während einer Allgemeinanästhesie durch. Alle diese Studienteilnehmer und Studienteilnehmerinnen erhielten ein BIS-Monitoring. Die Autoren und Autorinnen verglichen die Daten mit einer früheren Studie aus denselben Institutionen, als noch keine neurophysikalischen Monitore benutzt wurden. Die Zahl der Awareness-Fälle mit expliziter Erinnerung in der BIS-Gruppe war erheblich kleiner als in der Kontrollgruppe. Somit stellten die Autoren und Autorinnen fest, dass ein BIS-Monitoring eine Reduktion von Awareness um 77% bewirkt.

Zhang et al. (2011) stellten eine prospektive, randomisierte Studie in mehreren Kliniken während einer Allgemeinanästhesie mit totaler intravenöser Anästhesie (TIVA) auf. Die

teilnehmenden Patienten und Patientinnen wurden in eine BIS-Gruppe und in eine Kontrollgruppe aufgeteilt. Ein BIS zwischen 40-60 wurde während der Operation empfohlen. In acht Fällen (0,3%) lag in der BIS-Gruppe eine bestätigte oder mögliche Awareness vor und in der Kontrollgruppe waren dies 21 Fälle (0,9%). Die Inzidenz einer bestätigten Awareness lag bei der BIS-Gruppe bei 0.14% (4 von 2919 Erwachsenen) und bei der Kontrollgruppe bei 0.65% (15 von 2309 Erwachsenen). In der BIS-Gruppe lag der BIS bei einem Fall über 60. Eine BIS unterstützte TIVA reduzierte das Auftreten von Awareness um 78%.

Mashour et al. (2012) führten eine randomisierte und kontrollierte Studie mit verschiedenen Patienten und Patientinnen durch. Sie stellten dabei fest, dass die Inzidenz eine Awareness zu erleiden mit Einsatz eines BIS bei 0,08% lag. Wenn kein BIS eingesetzt wurde, lag diese Inzidenz bei 0,38%. Bei einer post-hoc Analyse stellten die Autoren und Autorinnen fest, dass ein 4,7-mal höheres Risiko besteht, um eine Awareness zu erleiden, wenn kein BIS eingesetzt wird. Somit schlussfolgerten sie, dass eine BIS unterstützte Allgemeinanästhesie das Risiko einer Awareness bei Risikopatienten und Risikopatientinnen signifikant reduziert.

Punjasawadwong, Phongchiewboon & Bunchungmongkol (2014) führten eine Cochrane-Review durch, in welchen sie 36 verschiedene Studien anschauten. In diesen Studien wurden die klinischen Zeichen als Kontrolle genommen. Daraus resultierte jeweils ein grosser Unterschied zwischen diesen Kontrollgruppen und den BIS gestützten Anästhesien. BIS gestützte Anästhesien reduzierten das Risiko einer Awareness bei Risikopatienten und Risikopatientinnen verglichen mit der Anwendung von nur klinischen Zeichen.

5 Diskussion

Die Autoren und Autorinnen der verschiedenen Studien sind sich einig, dass der BIS die Awareness bei einer TIVA reduziert. Alle Studien führten mehrere Interviews nach mehreren Tagen postoperativ durch, um eine Awareness erkennen zu können (Myles et al., 2004; Ekman et al., 2004; Zhang et al., 2011; Mashour et al., 2012; Punjasawadwong et al., 2014). Zwei Studien gehen zudem genauer auf die mögliche und bestätigte Awareness ein. Myles et al. (2004) und Zhang et al. (2011) zeigen auf, dass der BIS auch eine mögliche Awareness reduziert. Nicht ersichtlich ist in diesen Studien, ob damit auf eine Awareness mit impliziter Erinnerung Bezug genommen wird.

Wie hoch nun die Wahrscheinlichkeit einer Awareness bei Verwendung eines BIS tatsächlich ist, wird in keiner Studie oder Fachartikel erwähnt. Schmidt et al. (2008) schlussfolgerten aus der Studie von Myles et al. (2004), dass der BIS die Inzidenz einer Awareness nur auf das normale Mass einer Allgemeinanästhesie (0,1 – 0,2%) senken kann. Dies aufgrund, da nur Erwachsene mit mindestens einem Risikofaktor untersucht wurden (Schmidt et al., 2008). Bei der Studie von Ekman et al. (2004) wurden nur kardial gesunde Patienten und Patientinnen

untersucht. Zusätzlich wurde mit einer Studie aus dem Jahr 1970 verglichen, bei welcher die klinischen Zeichen zur Prävention von Awareness betrachtet wurden. Fraglich ist hier, ob dieselben klinischen Gegebenheiten vorherrschten oder ob in der Studie von Ekman et al. (2004) bessere medizinaltechnische Geräte zum Einsatz kamen und somit allenfalls bessere Voraussetzungen bestanden. Falls dies keine relevanten Unterschiede hervorbringt, würde dies bedeuten, dass der BIS die Awareness auch bei gesunden Erwachsenen um 77% reduziert. Somit würde die Inzidenz einer Awareness bei Verwendung des BIS sinken. In den drei anderen Studien von Zhang et al. (2011), Mashour et al. (2012) und Punjasawadwong et al. (2014) ist ein sehr unterschiedliches Personenkollektiv vertreten. Gesunden Erwachsenen sowie auch Patienten und Patientinnen mit einem oder mehreren Risikofaktoren für eine Awareness wurden untersucht. Zhang et al. (2011) halten fest, dass der BIS die Awareness generell um 78% reduziert. Laut Mashour et al. (2012) und Punjasawadwong et al. (2014) reduziert der BIS die Awareness bei Risikopatienten und Risikopatientinnen. Somit sind sich die Autoren und Autorinnen nicht einig, ob der BIS die Awareness nur bei Erwachsenen mit mindestens einem Risikofaktor reduziert oder auch bei gesunden Personen.

In der Studie von Myles et al. (2004) und Zhang et al. (2011) wurden unter anderem auch Operationen durchgeführt, welche als Risikofaktor für eine Awareness gelten. In den drei anderen Studien von Ekman et al. (2004), Mashour et al. (2012) und Punjasawadwong et al. (2014) ist nicht ersichtlich, welche Operationen durchgeführt wurden. Bei der Studie von Myles et al. (2004) sind die beiden Awareness-Fälle während einer kardiochirurgischen Operation und einer Laryngoskopie mit Bronchoskopie und Ösophagoskopie aufgetreten. Erstere Operation gilt als Risikofaktor für eine Awareness. Zusätzlich wird in der Studie erwähnt, dass beinahe die Hälfte der durchgeführten Operationen kardiochirurgische Operationen waren. Nur ein Fall hatte in der BIS-Gruppe während eines Risikoeingriffes eine Awareness. In der Kontrollgruppe waren es sechs Personen (Myles et al., 2004). Aufgrund dieser Studie kann gesagt werden, dass der BIS zu einem gewissen Mass auch Awareness bei risikohaften Eingriffen zu vermindern vermag. Inwiefern nun die Benutzung des BIS die Awareness bei risikohaften Operationen tatsächlich vermindert, ist in den vier anderen Studien nicht ersichtlich und wird auch nicht diskutiert (Ekman et al., 2004; Zhang et al., 2011; Mashour et al., 2012; Punjasawadwong et al., 2014).

Auf die Folgen der Awareness bei Einsatz eines BIS wird in keiner der Studien eingegangen, auch in keinem Fachartikel wird davon berichtet. Jedoch kann aufgrund der Reduktion von Awareness bei Benutzung des BIS davon ausgegangen werden, dass auch weniger psychische Folgeschäden oder ein PTBS entstehen können (Myles et al., 2004; Ekman et al., 2004; Zhang et al., 2011; Mashour et al., 2012; Punjasawadwong et al., 2014).

In allen aufgeführten fünf Studien sind in der BIS-Gruppe weniger Awareness-Fälle aufgetreten als in der Kontrollgruppe, welche anhand klinischer Zeichen bewertet wurden. Der

BIS ist demzufolge den Surrogatparametern in Bezug auf die Vermeidung von Awareness überlegen. Jedoch sind in keiner der Studien die entsprechenden Surrogatparameter während der Phase der Awareness vermerkt. Aufgrund dessen kann nicht abschliessend gesagt werden, wie zuverlässig die Surrogatparameter eine Awareness aufzeigen können. Dies vor allem bei gesunden Erwachsenen oder nichtrelaxierten Personen. Wie im oberen Abschnitt bereits erwähnt wurde, sind sich die Autoren und Autorinnen nicht einig, ob der BIS die Fälle von Awareness nur bei Risikopatienten und Risikopatientinnen zu vermindern vermag. Dadurch wäre es interessant zu sehen, ob sich die Surrogatparameter bei gesunden, nicht relaxierten Erwachsenen bei Anstieg des BIS ebenfalls verändert haben (Myles et al., 2004; Ekman et al., 2004; Zhang et al., 2011; Mashour et al., 2012; Punjasawadwong et al., 2014). In der Analyse von Domino et al. (1999) aus den USA ist ersichtlich, dass diese Surrogatparameter kaum eine Awareness aufzuzeigen vermögen. 70% der Patienten und Patientinnen in dieser Analyse wiesen einen ASA-Status zwischen 1 und 2 auf, 79% der Probanden und Probandinnen waren jünger als 60 Jahre und nur 28% der Operationen waren Notfalloperationen. Die Autoren und Autorinnen dieser Analyse gaben Muskelrelaxanzien als Risikofaktor für eine Awareness an. Dies aufgrund da bei den meisten Patienten und Patientinnen Muskelrelaxanzien appliziert wurden. Abschliessend kann somit nicht eruiert werden, ob die Patienten und Patientinnen mit einer Awareness, bei welcher ein Muskelrelaxans injiziert wurde, sich bewegt hätten. In der Studie von Myles et al. (2004) haben in der BIS-Gruppe 93% und in der Kontrollgruppe 95% der Probanden und Probandinnen ein nichtdepolarisierendes Muskelrelaxans erhalten. Mit 44% war die ASA-Klassifikation 3 am häufigsten vertreten, gefolgt von ASA 4 und ASA 2 Patienten und Patientinnen. Ebenfalls in der Studie von Ekman et al. (2004) haben 96% der untersuchten Personen ein Muskelrelaxans erhalten. Der durchschnittliche ASA-Status lag bei 2. In der Studie von Zhang et al. (2011) ist nicht ersichtlich, wie viele Patienten und Patientinnen ein Muskelrelaxans bekommen haben. Hier sind mit 52,3% in der BIS-Gruppe und mit 59,5% in der Kontrollgruppe ASA 1 Probanden und Probandinnen am meisten vertreten, gefolgt von ASA 2 mit 45,2% in der BIS-Gruppe und 37,5% in der Kontrollgruppe. Obwohl viele der Patienten und Patientinnen in den verschiedenen Studien ein Muskelrelaxans erhalten haben, ist die Zahl der Awareness-Fälle allgemein niedrig. Zudem sind häufig Patienten und Patientinnen mit einem ASA 3 oder höher untersucht worden. In dieser Gruppe ist es wahrscheinlich, dass diese Personen mehrere Medikamente und mehrere Erkrankungen haben, welche eine Awareness begünstigen oder auch Zeichen einer Awareness unterdrücken können (Myles et al., 2004; Ekman et al., 2004; Zhang et al., 2011).

In der Studie von Myles et al. (2004) wurde in der BIS-Gruppe darauf geachtet, dass der BIS zwischen der empfohlenen Grenze von 40-60 liegt. Bei einem Awareness-Ereignis lag der BIS zwischen 79-82, was laut Herstellern des BIS zu hoch ist. Das andere Awareness-Ereignis

zeigte einen BIS-Wert von 55-59 an. Laut den Herstellern des BIS ist diese Zahl genügend tief, dass die entsprechende Person keine Awareness erleiden sollte. Zu bedenken ist hier jedoch, dass der BIS die eingehenden Signale des Patienten oder der Patientin mit einer Datenbank vergleicht. Fraglich ist nun, wie diese Datenbank aufgelistet ist und welche Typen vertreten sind. Demnach könnte dieser Patient oder diese Patientin nicht der Norm der Datenbank entsprechen und deswegen eine Awareness erlitten haben trotz genügend tiefer BIS-Werte. Zusätzlich wurde die Studie 2004 durchgeführt, zwischenzeitlich hat sich wohl diese Datenbank erweitert und ist allenfalls sensibler geworden. In der neueren Studie von Zhang et al. (2011) ist ersichtlich, dass bei einem Awareness Fall in der BIS-Gruppe der BIS über 60 lag. Bei den anderen drei Awareness-Fällen in der BIS-Gruppe wird nicht aufgezeigt, was der BIS während dem Awareness-Ereignis angezeigt hat. Daraus ist nun zu schliessen, dass es möglich ist eine Awareness zu erleiden, auch wenn der BIS in dem von den Herstellern empfohlenen Grenzen liegt. Vor allem wenn sich dieser Wert im oberen Grenzbereich aufhält. Fraglich ist, ob sich der BIS in letzter Zeit verbessert hat oder sensibler geworden ist mit zunehmender Erweiterung der Datenbank. In den restlichen drei Studien von Ekman et al. (2004) Mashour et al. (2012) und Punjasawadwong et al. (2014) wird nicht angegeben, in welchem Bereich der BIS während der Awareness lag.

In keiner der erwähnten Studien stehen Erkenntnisse in Bezug zu den Potentialschwankungen des EEGs zur Verfügung (Myles et al., 2004; Ekman et al., 2004; Zhang et al., 2011; Mashour et al., 2012; Punjasawadwong et al., 2014). Im Gegensatz zum BIS sind diese Frequenzbänder jedoch zeitgleich und nicht verspätet. Daher könnten sie einen möglichen Hinweis auf einen Anstieg des BIS liefern. Zudem wird in der Theorie erwähnt, dass bei jeder Person ein anderer Grundrhythmus vorherrschen kann (Wallenborn, 2012). Interessant wäre hier zu sehen, wie die Grundrhythmen der Personen aussehen bevor sie narkotisiert werden. In der Studie von Myles et al. (2004), in welcher ein Awareness-Fall bei einem BIS zwischen 55-59 vorkam, wäre spannend zu sehen, wie der BIS und die Frequenzbänder bei wachem Zustand ausgesehen haben. Möglichenfalls ist diese Person jemand, welche im wachen Zustand eine erniedrigte Grundfrequenz aufweist und somit nicht in die Norm passt. Demzufolge würde diese Person einen tieferen BIS-Wert aufweisen müssen, um keine Awareness zu erleiden. Dies wiederum gibt auch einen Hinweis auf die Datenbank, welche höchst wahrscheinlich vor allem Menschen mit einem Alpha-Grundrhythmus beinhaltet.

Beeinflussende Faktoren, bzw. Artefakte auf das EEG wurden in den dargelegten Studien nicht ausdrücklich erwähnt. Aufgrund der angegebenen Operationen könnte darauf geschlossen werden, ob beispielsweise ein Elektrokauter verwendet wurde. Oder falls im Hals-Nasen-Ohren Bereich operiert wurde, könnte dies ein Anzeichen auf viele Bursts geben. Diese Faktoren würden das EEG beeinflussen und einen veränderten BIS-Wert implementieren. Ebenfalls nicht ersichtlich in den erwähnten Studien sind die physiologischen

Gegebenheiten der untersuchten Personen. Insbesondere ob die Patienten und Patientinnen intraoperativ eine Normothermie aufgewiesen haben (Myles et al., 2004; Ekman et al., 2004; Zhang et al., 2011; Mashour et al., 2012; Punjasawadwong et al., 2014). In der Theorie wird dies als wichtiger Faktor für die Beeinflussung des EEGs und somit indirekt des BIS genannt (Wallenborn, 2012; Stein & Glick, 2016).

6 Schlussfolgerung

Die Awareness ist eine eher seltene Komplikation der Allgemeinanästhesie. Jedoch kann sie mit schweren psychischen Folgen verbunden sein, welche bis in ein PTBS reichen können und die Betroffenen schwer belastet. Aus diesem Grund ist es wichtig, dass diese Komplikation möglichst vermieden werden kann (Bischoff & Rundshagen, 2011; Pilge & Schneider, 2013). Ein BIS-Monitoring kann die Awareness bei Erwachsenen mit einer TIVA vermindern, diesbezüglich sind sich die Autoren der dargelegten Studien einig. Inwiefern sich die Awareness-Fälle in den Studien auf die explizite und implizite Awareness beziehen wird nicht klar aufgezeigt. Vor allem die Daten der impliziten Awareness haben in den Studien gefehlt (Myles et al., 2004; Ekman et al., 2004; Zhang et al., 2011; Mashour et al., 2012; Punjasawadwong et al., 2014). Folglich bräuchte es noch mehr Studien, welche sich ausdrücklich auf die explizite und implizite Awareness beziehen. Wie bereits Schmidt et al. (2008) erwähnt haben, sind die durchgeführten Studien bezüglich Awareness und BIS zu klein. Es bräuchte grössere Studien, welche mehr Probanden und Probandinnen untersuchen würden. Somit könnte definitiv festgehalten werden, inwieweit der BIS die Awareness bei erwachsenen Personen mit einer TIVA zu vermindern vermag. Zusätzlich wäre es interessant zu sehen, inwieweit die Surrogatparameter auf eine Awareness hindeuten können. Dies ist in den vorhandenen Studien ebenfalls nicht ersichtlich (Myles et al., 2004; Ekman et al., 2004; Zhang et al., 2011; Mashour et al., 2012; Punjasawadwong et al., 2014).

Wie im oberen Abschnitt erwähnt, ist der BIS ein sicheres Monitoring, um Awareness bei Risikopatienten und Risikopatientinnen zu vermindern. Auch bei gesunden Erwachsenen sollte nicht auf den BIS verzichtet werden bei einer TIVA trotz weniger Datensätzen und Studienresultaten. Es muss jedoch darauf geachtet werden, dass der BIS korrekt interpretiert wird. Zusätzlich soll auch auf die Surrogatparameter geachtet und in die Interpretation des mentalen und sensorischen Blockes miteinbezogen werden. Wenn möglich sollte auf Muskelrelaxanzien verzichtet werden, um einen weiteren wichtigen Monitor zur Vermeidung der Awareness verwenden zu können. Laut den verschiedenen Studien ist der BIS die beste Möglichkeit die Awareness bei einer TIVA zu vermeiden. Insbesondere wenn Muskelrelaxanzien eingesetzt werden, die Patienten und Patientinnen einen höheren ASA-Status aufweisen und somit weniger Anzeichen auf eine Awareness machen können.

Allgemein kann gesagt werden, dass der BIS zwischen 40-60 liegen soll, jedoch im Zweifelsfall eher etwas tiefer anzusetzen ist (Myles et al., 2004; Ekman et al., 2004; Zhang et al., 2011; Mashour et al., 2012; Punjasawadwong et al., 2014).

Wichtig ist, dass der vorhandene BIS jeweils auf dem neuesten Stand ist. Somit sind die meisten und aktuellsten Daten vorhanden und der angezeigte BIS am zuverlässigsten (Wallenborn, 2012).

Vor der Einleitung der Narkose sollte darauf geachtet werden, dass der BIS bereits korrekt angebracht wird und einen entsprechenden Wert anzeigt. Falls die entsprechende Fachperson der Anästhesie weiss, wie die Frequenzbänder zu lesen sind, ist es von Vorteil diese zuvor zu betrachten. Allenfalls können somit Abweichungen von der Norm festgestellt werden und die Grenzen des BIS entsprechend höher oder tiefer gesetzt werden (Wallenborn, 2012; Myles et al., 2004).

Intraoperativ sollte der BIS jeweils fortlaufend betrachtet werden und allfällige Artefakte, wie Elektrokauter oder Wechselstromstörungen erkannt werden. Wichtig dabei ist die Normothermie der Patienten und Patientinnen. Bei Abweichungen kann sich der BIS stark verändern und es kann allenfalls eine Awareness stattfinden trotz Werte im Normbereich. In der heutigen Zeit werden auch immer mehr Menschen mit Demenz oder zerebrovaskulären Erkrankungen operiert. Bei diesen Patientengruppen ist wichtig zu wissen, dass der BIS einen tieferen Wert anzeigen sollte (Wallenborn, 2012; Stein & Glick, 2016).

Die Fragestellung „Wie zuverlässig kann ein Bispectral-Index-Monitoring eine Awareness bei einer totalen intravenösen Anästhesie verhindern?“ konnte mit dieser Arbeit mehrheitlich beantwortet werden. Eindeutig ist, dass der BIS die Awareness bei Risikopatienten und Risikopatientinnen verhindern kann. Umstritten in den Studien von Myles et al. (2004), Ekman et al. (2004), Zhang et al. (2011), Mashour et al. (2012) und Punjasawadwong et al. (2014) ist, inwiefern der BIS die Awareness bei gesunden Erwachsenen verhindern kann. Hierzu müssten grössere Studien mit gesunden Personen durchgeführt werden.

7 Reflexion

Zukünftig werde ich darauf achten, dass ich den BIS bei Erwachsenen möglichst vor der Einleitung korrekt platziere und mir die Zahl und das EEG anschau. Somit kann ich allenfalls intraoperativ den BIS besser interpretieren und mit den Anfangswerten vergleichen. Dass sich der BIS bei Abweichung der Normothermie derart verändern kann, wusste ich vor dem Schreiben dieser Arbeit nicht und bedarf in Zukunft einer höheren Beachtung. Ich habe nun ein fundierteres Wissen erlangt, wie sich der BIS verändern kann und worauf geachtet werden muss. Zusätzlich ist es wichtig, die Surrogatparameter immer miteinzubeziehen. Meiner Ansicht nach können auch diese einen Hinweis auf eine Awareness geben, vor allem wenn

die Patienten und Patientinnen gesund sind und keine beeinflussende Medikamente einnehmen.

Spannend wäre auch noch zu untersuchen, wie sich das EEG bei den physiologischen Faktoren verändert. Jedoch würde dies den Rahmen der Arbeit sprengen. Wichtig ist dabei zu wissen, was für eine Person operiert wird und welche Faktoren auf den BIS wirken können.

Erstaunlich fand ich die Analyse aus den USA bezüglich nicht relaxierten Patienten und Patientinnen, welche sich nur zu 2% bei einer Awareness bewegt haben. Ebenfalls sind Hypertonien und Tachykardien nur selten aufgetreten. Daraus schliesse ich, dass ich den BIS bei jeder TIVA verwenden würde, auch wenn eine Larynxmaske verwendet wird und die Patientin oder der Patient jung und gesund ist. Beim gründlicheren Recherchieren und auseinandersetzen mit dieser Analyse erstaunte es mich, dass die meisten Probanden und Probandinnen ein Muskelrelaxans injiziert bekamen. Fraglich ist für mich in dieser Analyse, wie viele dieser Personen eine Awareness erlitten haben und ob sie sich ohne Muskelrelaxans bewegt hätten.

Die Literaturrecherche gestaltete sich bei den Fachartikeln bezüglich Awareness und BIS einfach. Komplizierter war für mich das Schreiben der Kapitel BIS und EEG. In den Fachartikeln ist dies meiner Ansicht nach komplex beschrieben und deswegen nicht einfach zu verstehen, wenn kein fundiertes Fachwissen oder Grundwissen bezüglich EEG vorhanden ist. Deswegen habe ich mich mit diesen Artikeln länger auseinandergesetzt und das Wesentliche eruiert und aufgeschrieben.

Schwierig war für mich das Schreiben der Diskussion, da alle von mir erwähnten Studien sich in dem Punkt einig sind, dass der BIS die Awareness vermindert. Einzig beim Patientenkollektiv sind sich die Studien nicht einig. Die meisten Studien, welche ich gefunden habe, wurden mit volatilen Anästhetika durchgeführt und nicht mit einer TIVA. Teilweise wurden diese beiden Anästhesieformen miteinander verglichen. Da die Untersuchung der volatilen Anästhetika meine Arbeit sprengen würde, musste ich mich auf diese wenigen Studien eingrenzen. In einigen Studien wurde trotzdem zusätzlich mit volatilen Anästhetika gearbeitet. Jedoch wurde dabei nicht die minimale alveoläre Konzentration (MAC) angeschaut, sondern der BIS. Alle Studien sind in englischer Sprache verfasst worden, diese zu verstehen und zu übersetzen war zeitaufwändig. Da häufig dieselben Schlagwörter verwendet wurden, hat sich das sinngemässe Übersetzen mit jeder weiteren Studie einfacher gestaltet.

Meine Ziele bezüglich der Awareness und dem BIS habe ich erfüllt. Die Definition der Awareness mit expliziter und impliziter Erinnerung ist im ersten Teil meiner Arbeit beschrieben. In einigen Fachartikeln wurde nicht zwischen impliziter und expliziter Erinnerung unterschieden, zusätzlich ist die implizite Erinnerung nur selten erklärt. Dies erschwerte das Schreiben dieses Kapitels. Welches Personenkollektiv und welche Operationen zu einem

erhöhten Risiko für die Awareness gelten, sind ebenfalls dargelegt. Die möglichen Folgen dieser seltenen Komplikation sind aufgezeigt und erklärt. Inwiefern der BIS die Awareness bei Erwachsenen verhindern kann ist in meiner Arbeit ersichtlich. Welche Faktoren den BIS beeinflussen können und was diese aussagen, ist ebenfalls aufgezeigt.

8 Danksagung

Ich möchte mich herzlich bei meinem Mentor Sven von Niederhäusern für seine fachliche Kompetenz, seinen aufschlussreichen Kommentaren und den lehrreichen Gesprächen bedanken. Seine flexible und kompetente Betreuung und Begleitung habe ich sehr geschätzt. Einen besonderen Dank möchte ich meinem Freund und meiner Familie aussprechen, welche mir stets zur Seite standen und mich motiviert haben.

Ebenfalls gilt ein grosses Dankeschön meinen Arbeitskollegen und Arbeitskolleginnen, sowie meinen Studienkolleginnen, mit welchen ich mich fachlich und persönlich austauschen konnte und welche mich auch motiviert haben.

9 Literaturverzeichnis

- Aniset, L., Knitschke, R. & Frietsch, T. (2010). Narkosetiefemessung in der Anästhesie – Neue Möglichkeiten und Ziele der Narkoseüberwachung. *Anästhesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther*, 45, S. 230-237
- Bischoff, P. & Rundshagen, I. (2011). Unerwünschte Wachheit während der Narkose. *Deutsches Ärzteblatt*, Jg 108, S. 1-8
- Domino, KB., Posner, KL., Caplan, RA. & Cheney, FW. (1999). Awareness during Anesthesia: A Closed Claims Analysis. *Anesthesiology*, 90, S. 1053-1061
- Ekman, A., Lindholm, M-L., Lennmarken, C. & Sandin, R. (2004). Reduction in the incidence of awareness using BIS monitoring. *Acta Anaesthesiol Scand*, 48, S. 20-26
- Heck, M., Fresenius, M. & Cornelius, B. (Hrsg.) (2017). Intraoperative Wachzustände (Awareness). *Repetitorium Anästhesiologie* (8. Auflage). Berlin / Heidelberg: Springer Verlag
- Mashour, GA., Shanks, A., Tremper, KK., Kheterpal, S., Turner, CR., Ramachandran, SK., ... Avidan, MS. (2012). Prevention of Intraoperative Awareness with Explicit Recall in an Unselected Surgical Population. *Anesthesiology*, 117, S. 717-725
- Myles, PS., Leslie, K., McNeil, J., Forbes, A. & Chan, MT. (2004). Bispectral index monitoring to prevent awareness during anaesthesia: the B-Aware randomised controlled trial. *Lancet*, 363, S. 1757-1763
- Pilge, S. & Schneider, G. (2013). Awareness – klinische Relevanz. *Anästhesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther*, 48, S. 48-55
- Punjasawadwong, Y., Phongchiewboon, A., Bunchungmongkol, N. (2014). Bispectral index of improving anaesthetic delivery and postoperative recovery (Review). *Cochrane Database Syst Rev*
- Schmidt, G.N. & Bischoff, P. (2004). Neuromonitoring für die Abschätzung der Narkosetiefe. *Anästhesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther*, 39, S. 33-63.

Schmidt, G.N., Müller, J., Bischoff, P. (2008). Messung der Narkosetiefe. *Der Anaesthetist*, 57, S. 9-36

Stein, E. & Glick, B. (2016). Advances in awareness monitoring technologies. *Anesthesiology*, 29(8), S. 711-716

Wallenborn, J. (2012). Neuromonitoring in der Anästhesiologie. *Anästh Intensivmed*, 53, S. 1-15

Zhang, C., Xu, L., Ma, Y., Sun, Y., Li, Y., Zhang, L., ... Yue, Y. (2011). Bispectral index monitoring prevent awareness during total intravenous anesthesia: a prospective, randomized, double-blinded, multi-center controlled trial. *Chin Med J*, 124(22), S. 3664-3669

10 Abbildungs- und Tabellenverzeichnis

Titelblatt: *Der Schrei*, Nationalgalerie Oslo – Edvard Munch (n.d.). Abgefragt am 4. März 2019, von <https://www.kunstkopie.de/a/edvard-munch/der-schrei-nationalgalerie-oslo.html>

Abb. 1: Pilge S. & Schneider G. (2013). Awareness – klinische Relevanz. *Anästhesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther*, 48, S. 50

Abb. 2: Schmidt G.N., Müller J., Bischoff P. (2008). Messung der Narkosetiefe. *Der Anaesthetist*, 57, S. 10

11 Abkürzungsverzeichnis

ASA:	American Society of Anesthesiologists
BIS:	Bispectral-Index-Monitor
bpm:	Beats per minute
EEG:	Elektroenzephalogramm
EKG:	Elektrokardiogramm
EMG:	Elektromyogramm
FDA:	Food and Drug Administration
FFT:	Fast-Fourier-Transformation
MAC:	minimale alveoläre Konzentration
mmHg:	Millimeter Quecksilbersäule
PTBS:	posttraumatische Belastungsstörung
TIVA:	totale intravenöse Anästhesie
α :	Alpha
β :	Beta
δ :	Delta
μ :	Gamma
θ :	Theta

12 Anhang

I. Erklärung zur Diplomarbeit

Ich bestätige,

dass ich die vorliegende Diplomarbeit selbstständig verfasst habe und dass fremde Quellen, welche in der Arbeit enthalten sind, deutlich gekennzeichnet sind.

dass alle wörtlichen Zitate als solche gekennzeichnet sind.

dass ich die Bereichsleitung Weiterbildung vorgängig informiere, wenn die Arbeit als Ganzes oder Teile davon veröffentlicht werden.

Ich nehme zur Kenntnis, dass das Bildungszentrum Xund über die Aufnahme der Diplomarbeit in der Bibliothek, einer Aufschaltung auf der Homepage des Bildungszentrums Xund oder auf Homepages von Fachgesellschaften entscheidet. Sie kann ebenso zu Schulungszwecken für den Unterricht in den NDS Studien AIN verwendet werden.

Ort und Datum: Nottwil, 15. März 2019

Vorname, Name: Martina Rost

Unterschrift:

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'M. Rost', written in a cursive style.