

## 5 Diskussion

Diese Studie zeigte in den ersten Trainingstagen bei allen Probanden eine deutliche Lernkurve, die bei den unerfahrenen Probanden wesentlich steiler verlief, als bei den erfahrenen. Schon nach etwa drei Tagen glichen sich die Leistungen der Probanden einander an. In der Testphase zeigte sich keine signifikante Verschlechterung der Leistungen nach Schlafentzug.

In dieser Studie, wie auch in der Studie von Lehmann et al [5] wird die Trainierbarkeit der Simulatorübungen deutlich. Tag 1 der Trainingsphase zeigte eine breite Streuung der psychomotorischen Fähigkeiten an den chirurgischen Instrumenten. Mit steigendem Erfahrungsgrad waren auch die Ergebnisse am Simulator besser. Dies entspricht dem Ergebnis anderer Studien, die die Trainierbarkeit an virtuellen OP-Simulatoren evaluiert haben [8-12]. Doch schon nach dem dritten Übungstag glichen sich die Probanden in einer Plateauphase einander an.

Sowohl die vom Simulator gemessenen Parameter als auch die Ergebnisse der psychometrischen Tests ließen keine Verschlechterung der psychomotorischen Fähigkeit bzw. der Konzentrationsleistung nach Schlafentzug erkennen.

Dass der Lernzuwachs am Simulator ein Nachlassen der Leistungen überdeckte, ist aufgrund der Ergebnisse der Trainingsphase unwahrscheinlich. Denn hier zeigte die Lernkurve bereits nach kurzer Zeit, dass kein weiterer signifikanter Lernzuwachs mehr vorhanden war, insbesondere bei den Ärzten mit höherem Erfahrungsgrad. Auch die Cross-Over-Analyse zeigte keinen weiteren Lernzuwachs in der Bereitschaftsdienstphase sowohl bei den Ärzten, die die Testzeitpunkte in der Reihenfolge BD8, BD16, FD8 und RD8 durchlaufen haben, als auch bei den Ärzten der Cross-Over-Gruppe mit der Testreihenfolge FD8, RD8, BD8 und BD16.

Die psychometrischen Tests gelten als stabil [6,7]. Für den d2-Test wurde dies für Testwiederholungen über einen Zeitraum von fünf Stunden bis zwei Jahren validiert. Der Wert der Konzentrationsleistung (KL) blieb dabei stabil, weshalb er laut Manual auch für prognostische Zwecke gut geeignet ist [7]. Oswald und Roth geben im Manual ihres Zahlenverbindungstests an, dass es Lerneffekte geben kann, die jedoch die Größenordnung eines Standardmessfehlers nicht überschreiten [6].

Verschiedene Studien haben ebenfalls versucht, die Effekte des Schlafentzugs im Rahmen eines Bereitschaftsdienstes zu evaluieren. Die Ergebnisse dieser

Untersuchungen sind allerdings sehr unterschiedlich und stehen oftmals sogar im Widerspruch zueinander.

Mit der vorliegenden Arbeit im Einklang steht z.B. die Studie von Jensen et al [13]. Allerdings wurde hier kein OP-Simulator verwendet. Stattdessen ließ man die Chirurgen reale Übungen durchlaufen, die den Tätigkeiten im Operationssaal entsprachen, wie z.B. das Schneiden, Clippen und Fädeln. Schlafentzug schien diese Fähigkeiten nicht zu beeinflussen.

Jakubowicz et al [14] kommen ebenfalls zu einem solchen Ergebnis. Diese Studie wurde mit einem Endoscopic Sinus Surgery Simulator (ES3) durchgeführt. Sie ergab keine signifikante Verschlechterung der Parameter Zeit und Fehler. Allerdings sah man eine leichte Tendenz zur Erhöhung der Durchführungsgeschwindigkeit auf Kosten der Fehler. Auch in der vorliegenden Studie konnte eine derartige Tendenz beobachtet werden, doch auch hier ohne signifikante Unterschiede.

Zu einem gegenteiligen Ergebnis kamen Eastridge et al [15] und Taffinder et al [16] in ihren Untersuchungen. In beiden Studien wurden laparoskopische Operationssimulatoren verwendet. Es wurden ebenfalls die Parameter Zeit und Fehler erfasst, die sich durch Schlafentzug signifikant verschlechtert haben (in der Studie von Taffinder et al sogar um 20% bei den Fehlern und um 14 % für den Parameter der Geschwindigkeit). Allerdings war die Studienpopulation von Taffinders Arbeitsgruppe mit nur sechs Chirurgen deutlich kleiner als die Probandenzahl der vorliegenden Arbeit. Sowohl in der Studie von Eastridge et al als auch in der von Taffinder et al gab es keine unabhängige Vergleichsgruppe. Ferner durchliefen die Probanden beider Studien keine zusätzlichen psychometrischen Tests.

Mit psychometrischen Tests arbeiteten jedoch Deaconson et al [17]. In dieser Studie durchliefen die Ärzte nach Schlafentzug eine größere Anzahl dieser Tests, die unter anderem Parameter überprüften, wie die visuelle und auditive Aufmerksamkeit, die Psychomotorik und das kognitive Urteilsvermögen. Auch hier war keine signifikante Verschlechterung dieser psychometrischen Parameter erkennbar.

Bartle et al [18] bedienten sich neuropsychologischer Tests in ihrer Untersuchung, ob Schlafentzug einen negativen Einfluss auf die Denkfähigkeit besonders in Bezug auf die Fähigkeit zur Problemlösung habe. Das Ergebnis dieser Studie verneinte diese Hypothese. Lediglich die subjektive Stimmung der Probanden litt unter dem

Schlafmangel. Die Probanden fühlten sich müde, angespannt und zum Teil auch gereizt, wie auch ein Großteil der Chirurgen, die an der vorliegenden Studie teilgenommen haben. Sowohl in dieser Studie als auch in der Studie von Bartle et al wurden Fragebögen zur Erfassung der subjektiven Parameter verwendet.

In einer Studie aus Hong Kong evaluierten Mak et al [19] den Einfluss des Schlafentzugs auf Klinikärzte mit Hilfe eines sprachfreien Intelligenztests nach Raven [20], den so genannten Advanced Progressive Matrices (APM), sowie dem Occupational Stress Inventory-Revised Test (OSI-R) [21]. Die APM erfassen das Maß der Leistungsfähigkeit in Bezug auf das schlussfolgernde Denken. Der Schlafentzug hatte darauf keinen Einfluss. Der OSI-R zur Evaluierung des wahrgenommenen Stresses am Arbeitsplatz zeigte allerdings ebenfalls keine signifikanten Veränderungen, was dem Ergebnis dieser und den Ergebnissen der bereits angesprochenen Studien widerspricht.

Die vorliegende Studie konnte keinen negativen Einfluss des Schlafentzugs nach einem Bereitschaftsdienst auf die psychomotorischen Leistungen sowie die Konzentrationsleistung/-geschwindigkeit feststellen. Dennoch stellt sich die Frage, ob es weitere kognitive Fähigkeiten gibt, die dem Arzt in seiner Arbeit abverlangt werden, die womöglich doch durch Müdigkeit beeinträchtigt werden. Unter Umständen hat die vorliegende Studie nicht ausreichend viele kognitive Parameter erfassen können.

Nelson et al [22] zum Beispiel haben unter Verwendung des Torrance Tests of Creative Thinking (TTCT) den Einfluss von Schlafentzug nach einem Bereitschaftsdienst auf das innovative bzw. divergente Denken untersucht. Dabei stellten sie eine signifikante Beeinträchtigung fest.

Halbach et al [23] untersuchten unter ähnlichen Bedingungen das verbale Lernen und Behalten des Gelernten mit Hilfe des California Verbal Learning Tests. Auch hier wurde ein negativer Effekt des Schlafentzugs festgestellt.

Ebenfalls einen Parameter der Gedächtnisleistung untersuchten Deary et al [24]. Auch hier war eine Abnahme dieser Fähigkeit festzustellen. In dieser Studie wurden aber auch die Konzentrationsleistung untersucht sowie die Durchführung klinikrelevanter Tätigkeiten. Hierbei wurde keine Beeinträchtigung durch Schlafentzug erfasst.

Denisco et al [25] evaluierten die visuelle Aufmerksamkeit von Anästhesisten nach einer Bereitschaftsdienstnacht. Dabei stellte man fest, dass wichtige Parameter bei der

Monitorüberwachung nach Schlafentzug übersehen wurden, signifikant mehr, als vor dem Dienst.

Zu einem ähnlichen Ergebnis kamen Rubin et al [26]. Hier wurden 63 Klinikärzte nach einem 36-Stunden-Dienst mit deutlichem Schlafentzug auf diverse kognitive Leistungen getestet. Auch hier erfasste man eine Verschlechterung der visuellen Aufmerksamkeit und des Kurzzeitgedächtnisses. Die Psychomotorik hingegen wurde, genau wie in der vorliegenden Studie, nicht negativ beeinträchtigt.

Wenn ein Chirurg in seinem Bereitschaftsdienst operieren muss, so handelt es sich dabei in der Regel um Eingriffe, die er routinemäßig durchführt und auch sehr gut beherrscht. Der Ablauf der Operation ist ihm bekannt, ähnlich, wie auch die Durchführung der Übungen am Simulator eingeübt wurden. Schon nach wenigen Tagen wurde ein Trainingsmaximum erreicht, die Übungen wurden von allen Probanden sehr gut beherrscht. Ziel der Trainingsphase vor der eigentlichen Testphase war es, die Probanden auf ein einheitliches Ausgangslevel zu bringen. In einer retrospektiven Studie untersuchten Haynes et al [3] 6.371 chirurgische Fälle auf postoperative Komplikationen. Bei all diesen Fällen handelte es sich um Eingriffe, bei denen der Operateur unter Schlafentzug gestanden hatte. Die Untersuchung ergab keine signifikante Häufung von postoperativen Komplikationen aufgrund von Schlafentzug bei den Chirurgen.

Abschließend ist zu sagen, dass im Studiendesign der vorliegenden Arbeit erstmals folgende Aspekte kombiniert wurden:

- 1) objektive und exakte Datenerfassung mittels eines Operationssimulators, der laparoskopisch relevante und validierte Übungen ermöglichte
- 2) die Kombination mit zwei verschiedenen hoch validierten psychometrischen Tests
- 3) ein prospektives Studiendesign mit einer Vergleichsgruppe
- 4) Cross-Over-Design
- 5) eine ausreichend lange Trainingsphase
- 6) eine Übungsdauer je Testzeitpunkt von insgesamt etwa 30 Minuten, also eine mittelfristige Konzentrationsleistung

7) Studiendurchführung in einer realistischen Situation, in klinischer Routine, also keine Laborsituation

Mit diesem Studiendesign wurde die zu Anfang gestellte Hypothese:

„Schlafentzug beeinträchtigt die psychomotorischen Fähigkeiten und die Konzentrationsleistung von Chirurgen während und nach einem Bereitschaftsdienst“, bezogen auf eine mittelfristige Konzentrationsleistung von etwa 30 Minuten, nicht bestätigt.