

Nahinfrarot-spektroskopische Untersuchungen zur Nadel- und Lasernadelakupunktur

G. Litscher¹, D. Schikora²

¹ Abteilung für Biomedizintechnische Forschung in Anästhesie und
Intensivmedizin Graz, Universität Graz, Österreich

² Abteilung für Physik und Optoelektronik, Universität Paderborn, Deutschland

Korrespondenzanschrift:

Univ.-Prof. DI Dr. G. Litscher
Abteilung für Biomedizintechnische Forschung in Anästhesie und Intensivmedizin
Universität Graz
Auenbruggerplatz 29
A-8036 Graz
Tel.: +43 316 385-3907; -83907
Fax: +43 316 385-3908
E-mail: gerhard.litscher@uni-graz.at
www.litscher.info

Zusammenfassung

Die Nahinfrarot-Spektroskopie (NIRS) wurde im Rahmen der vorliegenden Studie erfolgreich an 88 gesunden Probanden angewendet, um zerebrale Veränderungen von Oxyhämoglobin und Desoxyhämoglobin aufgrund von manueller Akupunkturnadelstimulation und Lasernadelstimulation zu objektivieren. Ergebnisse von der Traditionellen Chinesischen Akupunktur, der Koreanischen und Chinesischen Handakupunktur, der Ohrakupunktur und von Kombinationen der verschiedenen Akupunkturmethoden, sowie die Resultate einer Placebonadelung werden präsentiert. NIRS scheint in der Lage zu sein, ein wenig wissenschaftliches Licht in die Funktionsweise der verschiedenen Akupunkturmethoden zu bringen.

Schlüsselwörter: Nadelakupunktur, Lasernadelakupunktur, Nahinfrarot-Spektroskopie (NIRS), High-Tech Akupunktur[®], Gehirnfunktion, Computerkontrollierte Akupunktur[®] (CCA[®]), Computerkontrollierte Laserpunktur (CCL)

Summary

Near infrared spectroscopy (NIRS) has been used in this study successfully to objectify cerebral alterations of oxyhemoglobin and desoxyhemoglobin due to manual needle acupuncture and laserneedle acupuncture in 88 healthy volunteers. Results from Traditional Chinese Acupuncture, Korean and Chinese hand acupuncture, ear acupuncture, combinations of the different acupuncture methods and placebo needling are presented. NIRS seems to be able to shine some scientific light upon the functioning of the different acupuncture methods.

Key words: needle acupuncture, laserneedle[®] acupuncture, near-infrared spectroscopy, High-Tech Acupuncture[®], brain function, Computer-Controlled Acupuncture[®] (CCA[®]), Computer-Controlled Laserpuncture (CCL)

Einleitung

Der Zusammenhang zwischen dem Einstich einer Nadel am Körper und einer Reaktion an einer anderen Stelle ist im Detail immer noch unklar. Bewiesen ist jedoch die Tatsache, daß, wenn bestimmte Akupunkturpunkte durch Nadeln oder mittels Laserlicht stimuliert werden, im Gehirn spezifische Effekte mit modernsten Hirnfunktionsüberwachungsmethoden objektiviert und quantifiziert werden können (1-3).

Im Rahmen der vorliegenden Studie wurden mit der Methode der zerebralen Nahinfrarot-Spektroskopie (NIRS) erstmals systematische Veränderungen des Sauerstoffmetabolismus im Gehirn (4) nach Stimulation von Akupunkturpunkten der Traditionellen Chinesischen Medizin (TCM), der Koreanischen und Chinesischen Handakupunktur, sowie der Ohrakupunktur im Rahmen von Einzel- und Kombinationsanwendungen objektiviert.

Dazu wurden insgesamt 328 Messungen nach Nadel- und Lasernadelstimulation von 88 gesunden Probanden analysiert.

Methode

Nahinfrarot-Spektroskopie

Die Methodik der NIRS, welche durch den intakten knöchernen Schädel eine Bewertung von Änderungen der Oxygenation im Gehirn ermöglicht, gewinnt auch in der Akupunkturforschung aufgrund ihrer Nichtinvasivität zunehmend an Bedeutung (4-8).

Ein neues Equipment für den Forschungsbereich ist der NIRO 300 Monitor (Hamamatsu Photonics, Japan). Meßgrößen, wie beispielsweise Änderungen von Oxyhämoglobin ($\Delta\text{O}_2\text{Hb}$) und Desoxyhämoglobin (ΔHHb) werden dabei nach dem Lambert-Beer Prinzip ermittelt (4). Mit dem System können Alterationen der Parameter absolut gemessen werden (μmolar), aber nicht das Niveau (die absolute Konzentration) bei der diese Änderungen (in positiver oder negativer Richtung) stattfinden. Solange keine Konzentrationsänderung vorliegt beträgt der Meßwert Null. Mit einer Silikonhalterung ist die Fixierung des Sensors (Emitter und Nahinfrarotlicht-Detektoren) am Kopf einfach und reproduzierbar durchführbar. Die Datenwiedergabe von $\Delta\text{O}_2\text{Hb}$ und ΔHHb erfolgte im Rahmen dieser Studie über ein farbiges LCD-Display und einen Farbdrucker.

In Ergänzung dazu wurden nicht-invasive Standard-Monitoringparameter wie z.B. der Blutdruck (Cardiicap[®] CC-104, Datex Medical Electronics, Hoevelaken, Niederlande) vor, während und nach den unterschiedlichen Stimulationsarten ermittelt.

Laserneedle[®] Stimulation

Die Laserneedle[®]-Technik repräsentiert eine neue nicht-invasive Methode zur optischen Stimulation von Akupunkturpunkten und wurde erstmals in der wissenschaftlichen Literatur im Jahr 2002 beschrieben (9,10). Die Laserneedle[®] (Schikora D.: European Patent Nr. PCT/EP 01/08504) Akupunktur erlaubt die simultane Stimulation individueller

Punktkombinationen (9,10). Dabei sind Variationen und Kombinationen der Akupunktur am Körper, Ohr oder an der Hand, wie sie im Rahmen der vorliegenden Studie durchgeführt wurden, möglich (vgl. Abb. 1). Nähere Details zur Methode sind vorangehenden Arbeiten zu entnehmen (9,10).

Abb. 1

Die Veränderungen der nahinfrarot-spektroskopischen Parameter im frontalen Bereich des Gehirns wurden kontinuierlich aufgezeichnet und analysiert.

Probanden, Akupunktur, Meßprozedere

Im Rahmen dieser Arbeit wurden insgesamt 328 Messungen von 88 gesunden Probanden (50 Frauen, 38 Männer) im mittleren Alter von $25,7 \pm 4,0$ ($\bar{x} \pm SD$) Jahren (19 - 38 Jahre) untersucht. Das Protokoll wurde von der Ethikkommission der Universität Graz (11-017) genehmigt und alle Personen gaben schriftlich ihr Einverständnis. Kein Proband hatte nachweisbare visuelle, neurologische oder psychologische Defizite oder stand unter dem Einfluß zentral wirksamer Pharmaka.

An den Probanden wurden maximal 7 Akupunkturpunkte in verschiedenen Meßreihen (Nadelakupunktur und Laserneedle® Akupunktur) getestet. Das Akupunkturschema bestand aus zwei Akupunkturpunkten der TCM: Zanzhu (Lokalisation: Am medialen Ende der Augenbraue, senkrecht oberhalb des inneren Augenwinkels, auf dem Foramen des N. supraorbitalis. Nadelung: Senkrecht 0,5 - 0,8 cun) und Yuyao (Lokalisation: In der Mitte der Augenbraue senkrecht oberhalb der Pupille; Nadelung: Schräg 0,3 - 0,5 cun). In Ergänzung wurden 2 Ohrakupunkturpunkte (Auge und Leber: Lokalisation siehe Abb. 2; Nadelung: Schräg 0,3 cun) und 2 augenspezifische Akupunkturpunkte der Koreanischen Handakupunktur (E2: Lokalisation siehe Abb. 2; Nadelung: Senkrecht 0,1 - 0,2 cun) und ein Akupunkturpunkt der Chinesischen Handakupunktur (Yan Dian: Lokalisation: Auf der ulnaren Seite des Daumenmittelgelenks; Nadelung: Schräg 0,2 cun) in die Untersuchung miteinbezogen (9-11).

Zusätzlich wurden mögliche Antworten in den NIRS Parametern auf die Nadelung und Stimulation eines Placebopunktes (Lokalisation: Lateral des Radius 6 cun oberhalb der Handgelenksquerfalte genau auf der radialen Kante, lateral vom Lungenmeridian) getestet.

Die verschiedenen Akupunkturschemata wurden einzeln und in Kombination verwendet, da sich im Rahmen von Vorstudien durch die Wahl unterschiedlicher Punktkombinationen auch unterschiedliche Effekte auf zu messende zerebrale Parameter (z.B. Blutflußgeschwindigkeit in der A. ophthalmica) zeigten (9-11) (Abb. 2).

Abb. 2

Die Akupunkturpunkte wurden mit sterilen Einmalnadeln nach lokaler Desinfektion der Haut gestochen. Wir verwendeten drei verschiedene Nadeltypen (Körper: 0,25 x 25 mm, Huan Qiu, Suzhou, China; Ohr: 0,2 x 13 mm, European Marco Polo Comp., Albi, Frankreich; Hand: 0,1 x 8 mm, Sooji-Chim, Korea). Die Stimulation wurde durch gleichzeitige Rotations- bzw. Zug- und Druckbewegungen mittlerer Stärke ausgeübt.

Im Falle der Lasernadel Akupunktur wurde die Haut am Akupunkturpunkt mit Alkohol gereinigt, die Lasernadeln mit der Hautoberfläche in Kontakt gebracht und anschließend mit einem Spezialklebeband fixiert. Es wurden identische Akupunkturschemata wie bei den Kombinationsmessungen der Nadelakupunktur verwendet.

Während der experimentellen Untersuchung lagen die Versuchspersonen entspannt auf einer Liege. Nach der Applikation der Nahinfrarotsensoren im frontalen Bereich des Schädels wurde eine 10-minütige Ruhephase eingehalten. Danach wurde entweder die Lasernadelstimulation aktiviert oder Akupunkturnadeln gesetzt und 20 sec stimuliert. Darauf folgend waren entweder alle Laser für 10 Minuten aktiviert oder die Nadeln am Probanden in Ruhe belassen. Zur Analyse gelangte während dieser Zeitspanne die maximale Amplitude von ΔO_2Hb und ΔHHb (Phase während der Akupunktur). Fünf Minuten nach Ausschalten bzw. Entfernen der Nadeln wurde eine Kontrollmessung (Phase 5 Minuten nach Akupunktur) durchgeführt. Die Wahl, mit welcher Technik begonnen wurde, war ebenso wie die Wahl der Reihenfolge der einzelnen Stimulationsarten (Körper, Ohr, Hand, Kombination) randomisiert. Die Ruhephase zwischen den einzelnen Untersuchungen betrug mindestens 30 Minuten.

Statistische Analyse

Die Daten wurden mit dem Computerprogramm SigmaStat (Jandel Scientific Corp., Erkrath, Germany) analysiert. Die Ergebnisse der Bedingungen vor (= Nullpunkteichung), während und 5 Minuten nach Nadelakupunktur bzw. Lasernadel Akupunktur wurden als Mittelwerte in den entsprechenden Diagrammen angegeben.

Ergebnisse

Die Abbildung 3 zeigt auf der linken Seite hypothetisch angenommene Funktionskurven der Stimulusintensität in Abhängigkeit von der angenommenen Behandlungszeit. Das Diagramm gewinnt durch die rechts dargestellten, tatsächlich gemessenen gehirnspezifischen Daten der Veränderungen von O₂Hb und HHb an Bedeutung. Während sich bei der manuellen Metall-Nadelstimulation ein nahezu exponentieller maximaler Anstieg von O₂Hb mit einem ebenfalls exponentiellen Absinken auf ein gegenüber dem Ausgangszustand höheres Niveau zeigt, verläuft der Trend des Parameters O₂Hb bei der Lasernadel NIRS-Response eher plateauförmig.

Abb. 3

Die Abbildungen 4 und 5 zeigen summarisch die Mittelwerte der maximalen Veränderungen der Parameter O₂Hb (Abb. 4) und HHb (Abb. 5) während der Akupunktur und 5 Minuten nach der manuellen Nadelakupunktur bzw. Lasernadel Akupunktur.

Abb. 4

Abb. 5

Man erkennt, daß die Nadelung und Stimulation des Placebopunktes zu keiner markanten Veränderung der zerebralen NIRS-Parameter während und auch 5 Minuten nach der Akupunktur führt. Die Nadelung und Lasernadelstimulation manifestiert sich hingegen sowohl bei der Kombination der Koreanischen Handakupunktur (E2) und Chinesischen

Handakupunktur (Yan Dian) als auch der TCM-Körperakupunktur (Zhanzu und Yuyao) und auch bei der Kombination von Körper-, Ohr- und Handakupunktur in einem markanten Anstieg von O₂Hb (vgl. Abb. 4) und in einer gleichzeitigen Reduktion von HHb (vgl. Abb. 5). Auch 5 Minuten nach Entfernen der Nadeln bzw. Deaktivierung der Lasernadelstimulation ist dieser Effekt noch präsent. Ein, wenngleich minimales, konträres Verhalten von O₂Hb und HHb ist bei der Nadelung bzw. Laserlichtstimulation der beiden Ohrpunkte (Auge und Leber) vorhanden.

Die Standardmonitoringparameter (Blutdruck) zeigten unter allen Akupunkturarten und Kombinationen keine signifikanten Veränderungen.

Diskussion

Das neue Stimulationsverfahren der Laserneedle[®]-Technik hat den großen Vorteil einer nicht-invasiven Methode. Es ist möglich, die Laser so zu dimensionieren, daß der Proband oder Patient die optische Stimulation am Akupunkturpunkt nicht spürt. Ebenso braucht der Akupunkteur nicht informiert zu sein, ob das System aktiviert oder deaktiviert ist. Aus genannten Gründen sind daher erstmals im Rahmen der Akupunkturforschung mit dem neuen Verfahren tatsächliche Doppelblindstudien möglich. Eine diesbezügliche Studie wurde von unserer Forschungsgruppe auch bereits durchgeführt (12). Dabei handelte es sich um die simultane und kontinuierliche Registrierung der Blutflußgeschwindigkeit in der A. cerebri posterior und der A. cerebri media bei 17 gesunden Probanden. Es zeigte sich, daß die Laserneedle[®] Stimulation an Akupunkturfernpoints im Bereich der Hände und Füße (Hegu, Zusanli, Kunlun, Zhiyin) im Stande ist markante und spezifische Verschiebungen der Blutströmungsgeschwindigkeit im Gehirn hervorzurufen (10,12).

Obwohl die Laserpunktur mittels Low-Level-Laser Stimulationsgeräten ein nahezu etabliertes Verfahren darstellt, lagen die meßbaren zerebralen Effekte bislang markant unter denen einer herkömmlichen Nadelakupunktur (13).

Die Ergebnisse der ersten wissenschaftlichen Studien (9,10,12) mit dem Laserneedle[®] System zeigen zum Teil jedoch signifikante Verschiebungen zerebraler Meßgrößen (Blutflußgeschwindigkeiten), wie sie sonst nur durch Nadelakupunktur erzielt wurden. Dabei

betragt das Verhältnis der maximalen Blutflußgeschwindigkeitsänderung (Nadel/Lasernadel) ca. den Faktor 2.

Da die chinesische Medizin, und auch die Akupunktur als ein integrativer Bestandteil der TCM vorgeben, auf energetischen Prozessen zu basieren, könnte die Registrierung von Veränderungen des zerebralen Metabolismus als Ausdruck energetischer Prozesse im Gehirn sicher auch eine Schlüsselrolle bei der wissenschaftlichen Erforschung der Akupunktur spielen. Bislang war es nicht-invasiv und kontinuierlich nicht möglich, Auskunft über den regionalen Oxygenationszustand des Gehirns zu bekommen. Die Methode der Nahinfrarotspektroskopie kann Änderungen der Oxygenationsverhältnisse des zerebralen Gefäßbettes sehr sensitiv erfassen. Positiv zu bewertende Faktoren dieser transkraniellen Oxymetrie sind Nichtinvasivität, Risikoarmut und Kontinuität. Die Handhabung des Verfahrens ist einfach und zeitökonomisch. Daraus resultiert eine große Breite an Indikationen für den potentiell zielführenden Einsatz der NIRS (4).

Für eine adäquate Meßwertinterpretation muß jedoch berücksichtigt werden, daß eine Vielzahl von Einflußfaktoren existieren. Kontaminationen mit dem Umgebungslicht, mechanische Irritationen, intrazerebrale Hämatomate, Fehlpositionierung der Optoden und anwenderbedingte Fehler sind nur einige, die in diesem Zusammenhang erwähnt werden sollen (4).

Eine Vielzahl von Studien zur NIRS-Thematik kommt zur gemeinsamen Konklusion, daß NIRS im Stande ist, auch nur ganz geringe Änderungen der zerebralen Hämodynamik, welche als Antwort auf verschiedene funktionelle Stimulationen auftreten, zuverlässig zu erfassen.

Im Rahmen der vorliegenden Studie wurden in diesem Zusammenhang erstmals 328 systematische NIRS Registrierungen an gesunden Probanden während manueller Akupunkturnadelstimulationen und Lasernadelstimulationen durchgeführt. Ausgangspunkt für die Untersuchungen bildeten auch die Ergebnisse zweier vorausgehender Publikationen (6,7).

Die erste Studie zur Akupunktur und NIRS (6) lieferte Hinweise, daß akupunkturstimulationsbezogene Änderungen über dem Bereich der Okzipitalregion bei drei gesunden Probanden meßbar und an der Einzelperson reproduzierbar sind. Im Rahmen der

zweiten Studie (7) konnte festgestellt werden, daß über der Zentralregion nach Akupunkturstimulation am Punkt Hegu NIRS-Veränderungen ebenfalls reproduzierbar ableitbar sind. In der vorliegenden Arbeit konnte nun gezeigt werden, daß auch in den NIRS-Parametern, welche frontal abgeleitet wurden, reproduzierbare Alterationen nach Stimulation augenspezifischer Akupunkturpunkte feststellbar sind.

Allgemein sind Veränderungen der NIRS-Parameter unspezifisch und ein isolierter Sättigungsabfall läßt nicht erkennen, ob es sich beispielsweise um die Folge der Zunahme des zerebralen Sauerstoffverbrauches handelt oder ob eine Abnahme des zerebralen Blutflusses zugrunde liegt. Somit wird nicht nur das Ausmaß der Sauerstoffzufuhr angezeigt, sondern das Wechselspiel von Sauerstoffangebot und Sauerstoffverbrauch zur Reflexion gebracht. Dies ist deshalb möglich, da die Meßzone vorwiegend vom venösen Anteil des zerebralen Gefäßbettes (~ 75 %) dominiert wird. Der Anteil des arteriellen (~20 %) bzw. des kapillaren (~5 %) Stromgebietes ist entsprechend geringer (4).

Aus genannten Gründen ist man in der Lage, Änderungen, welche z.B. durch vermehrte Sauerstoffaufnahme bedingt sind, zu erfassen. Welche Regelmechanismen dabei vorliegen ist noch ungeklärt. Eine verstärkte Sauerstoffausschöpfung durch eine reizinduzierte neuronale Aktivierung z.B. über Membranpotentialänderungen oder Neurotransmitterfreisetzungen wären vorstellbar (14). Akupunktur - aus welchem Grund auch immer - beeinflusst offensichtlich auch bei gesunden Probanden den Sauerstoffmetabolismus des Gehirns.

Ähnlich wie in dieser Studie bei der Ohrakupunktur führte bei Bestehen eines vaskulär bedingten dementiellen Zustandsbildes ein individuell adaptiertes Akupunkturschema zu einer paradoxen kontradirektionalen Änderung der Parameter Blutflußgeschwindigkeit (Zunahme) und der regionalen zerebralen O₂-Sättigung (Abnahme) (14). Die dort beschriebene Kasuistik zeigte auf, daß Akupunktur bei vaskulär bedingter Demenz den klinischen Status erheblich zu verbessern vermag. Mit Hilfe der NIRS und der Transkraniellen Dopplersonographie gelang es, Effekte auf die zerebrale Blutflußgeschwindigkeit und den O₂-Metabolismus zu registrieren. Eine inverse Abnahme der regionalen zerebralen O₂-Sättigung bei gleichzeitiger Zunahme der zerebralen Blutflußgeschwindigkeit durch Akupunktur konnte dort in Zusammenschau mit den klinischen Befunden als Zeichen einer erhöhten Sauerstoffaufnahme in das Gehirngewebe interpretiert werden. Eine Abnahme der regionalen zerebralen O₂-Sättigung bedeutet demnach nicht zwangsläufig eine verschlechterte Situation des

O₂-Metabolismus im Sinne eines verminderten Sauerstoffangebotes, sondern könnte auch vielmehr der Dokumentation des benefiziellen Effektes einer zumindest regional erhöhten Sauerstoffausschöpfung, ausgelöst durch Akupunktur bedeuten (14). In ähnlicher Weise könnten auch die minimalen kontradirektionalen lokalen Veränderungen der NIRS Parameter bei der Ohrakupunktur im Rahmen dieser Studie interpretiert werden, weil das Meßverfahren die Balance zwischen Sauerstoffangebot und -verbrauch wiedergibt.

Weitere Studien sind sicherlich notwendig, um die Bedeutung dieser Phänomene für die Akupunktur zu erforschen, zumal nicht nur die Anwendung der Laserakupunktur sondern auch z.B. die Wirkungen der Kombinationen von Ohr- und Körperakupunktur durchaus noch kontroversiell diskutiert werden.

Danksagungen

Die Autoren danken den Mitarbeiterinnen der Abteilung für Biomedizintechnische Forschung in Anästhesie und Intensivmedizin, Frau Dr. med. Lu Wang für die Durchführung der Akupunktur, Frau Evamaria Huber für die Mithilfe bei der Datenerhebung und Frau Mag. Petra Petz für die wertvolle Hilfe bei der Datenanalyse.

Anschrift der Verfasser:

Univ.-Prof. DI Dr. G. Litscher
Abteilung für Biomedizintechnische Forschung in Anästhesie und Intensivmedizin
Universität Graz
Auenbruggerplatz 29
A-8036 Graz
Tel.: +43 316 385-3907; -83907
Fax: +43 316 385-3908
E-mail: gerhard.litscher@uni-graz.at
www.litscher.info

Priv.Do. Dr. Detlef Schikora
Abteilung für Physik und Optoelektronik
Universität Paderborn
Warburger Str. 100
D-33098 Paderborn
Tel.: ++49 5251 603566
Fax: ++49 5251 603490
E-mail: schikora@uni-paderborn.de

Legenden

Abb. 1: Versuchsperson während Lasernadelstimulation und gleichzeitiger Registrierung nahinfrarotspektroskopischer Parameter. Rechts unten: Einzelne aktive Lasernadel mit Applikationsvorrichtung.

Abb. 2: In der vorliegenden Studie verwendete Akupunkturschemata.

Abb. 3: Links: Stimulusintensität ($SI f(t)$) als Funktion der Zeit (Hypothese). Rechts: Real gemessene zerebrale Antworten der NIRS-Parameter O_2Hb (Oxyhämoglobin) und HHb (Desoxyhämoglobin) auf manuelle, kurzzeitige (20 Sekunden) Akupunkturnadelstimulation (a) und Lasernadelstimulation (b) einer 22jährigen weiblichen Versuchsperson. Die Pfeile kennzeichnen den Stimulationsbeginn.

Abb. 4: Nahinfrarot-spektroskopische zerebrale Veränderungen in μMol von Oxyhämoglobin (O_2Hb) bei Nadelung eines Placebopunktes, 3 Handakupunkturpunkten, 2 Ohrakupunkturpunkten, 2 Körperakupunkturpunkten der TCM, einer Kombination von Hand, Ohr und Körperakupunktur sowie einer Lasernadelstimulation und einer intensitätsverstärkten (+ 30 %) Lasernadelstimulation (von links nach rechts) während und 5 Minuten nach Akupunktur.

Abb. 5: Entsprechende zerebrale Veränderungen (mehrheitliche Abnahmen) von Desoxyhämoglobin (HHb). Weitere Erklärungen siehe Abb. 4.

Literatur

- [1] Litscher, G.: High-Tech Akupunktur®. Pabst Science Publishers, Lengerich Berlin Düsseldorf (2001).
- [2] Litscher, G., Z.H. Cho (Eds.): Computer-Controlled Acupuncture®. Pabst Science Publishers, Lengerich Berlin Düsseldorf Riga Scottsdale Wien Zagreb (2000).
- [3] Cho, Z.H., E.K. Wong, J. Fallon: Neuro-Acupuncture. Q-puncture, Los Angeles (2001).
- [4] Litscher, G., G. Schwarz (Eds.): Transcranial cerebral oximetry. Pabst Science Publishers Lengerich Berlin Düsseldorf Riga Scottsdale Wien Zagreb (1997).
- [5] Litscher, G., G. Schwarz, A. Sandner-Kiesling, I. Hadolt, E. Eger: Effects of acupuncture on the oxygenation of cerebral tissue. *Neurol. Res.* 20/S1 (1998) 28-32.
- [6] Litscher G., L. Wang: Zerebrale Nahinfrarot-Spektroskopie und Akupunktur – Ergebnisse einer Pilotstudie. *Biomed. Technik* 45 (2000) 215-218.
- [7] Litscher G., L. Wang, E. Huber: Veränderungen zerebraler nahinfrarot-spektroskopischer Parameter während manueller Akupunkturnadelstimulation. *Biomed. Technik.* 47 (2002) 76-79.
- [8] Litscher G., L. Wang: Computergestützte Objektivierung der Grenzen der Akupunktur. *AKU Akupunktur Theorie und Praxis* 30/1 (2002) 13-19.
- [9] Litscher G., D. Schikora: Cerebral effects of noninvasive laserneedles measured by transorbital and transtemporal Doppler sonography. *Lasers Med. Sci.* (2002) in press.
- [10] Litscher G., D. Schikora: Neue Konzepte in der experimentellen Akupunkturforschung - Computerkontrollierte Laserpunktur (CCL) mit der Laserneedle® Technik. *Der Akupunkturarzt / Aurikulothérapeut* (2002) in press.
- [11] Litscher G.: Computer-based objectivation of traditional Chinese-, ear- and Korean hand acupuncture: Needle-induced changes of regional cerebral blood flow velocity. *Neurol. Res.* 24 (2002) in press.
- [12] Litscher G., D. Schikora: Effects of new noninvasive laserneedles on brain function. *EMBEC 2002. 2nd European Medical & Biological Engineering Conference*, Vienna, December 2002, subm.
- [13] Litscher G., L. Wang, M. Wiesner-Zechmeister: Specific effects of laserpuncture on the cerebral circulation. *Lasers Med. Sci.* 15 (2000) 57-62.
- [14] Litscher G., G. Schwarz, L. Wang, A. Sandner-Kiesling: Akupunktur bei vaskulär bedingtem dementiellem Abbau. Jahrestagung der Österreichischen Alzheimer-Gesellschaft. 14. Klagenfurter Arbeitstagung für Neurologie. 24. - 25. Mai 2002, Klagenfurt / Austria.