

Muskeltherapie als Basisbehandlung der CMD

Von Ulrich G. Randoll, München, und Friedrich F. Hennig, Erlangen

Die Zahnmedizin hat sich in den letzten Jahren über die Probleme der Craniomandibulären Dysfunktionen netzwerkartig weiter in das Verständnis anderer Fachdisziplinen hinein entwickelt. Während sich bis in die fünfziger Jahre des 20. Jahrhunderts ganzheitsmedizinische, internistische Zusammenhänge aus dem Gebiet der Fokalinfectionslehre und Parodontologie zur Rheumatologie und Osteologie ergaben, standen lange Zeit aus Sicht der funktionellen Endstrecke des Kauorgans, das heißt, der Okklusion und der Kiefergelenke, die psychosomatischen und somatopsychischen Zusammenhänge im Vordergrund [5,6]. Heute kommt insbesondere aus Sicht der Kraniofazialen Kieferorthopädie das Skelettmuskel-, Faszien- und Nervensystem in den diagnostischen und therapeutischen Mittelpunkt.

suchen. Symptomursachen, wie beispielsweise eine schmerzhaft veränderte Elastizität des Brust- und Halswirbelsäulensystems, entstehen häufig aufgrund eines beeinträchtigten Kraft- bzw. Energieflusses vom Kopf in den Rumpf (und/oder umgekehrt), wirken sich störend im Kiefergesichtsbereich aus und werden heutzutage im Rahmen CMD von Zahnärzten, Orthopäden, Osteopathen, Manualtherapeuten und Physiotherapeuten gleichermaßen diskutiert.

Als Wissenschaft vereint die „Myologie“ heute Fachdisziplin übergreifend neben den strukturellen Aspekten auch jene der Bewegung und zwar auf allen hierarchischen Skalen des Raumes sowie der Zeit. Ohne Verständnis der Muskulatur, mit ihrem Faszien- und Gefäßsystem, bleiben Bewegungsstörungen, oft begleitet von Schmerzen, unverstanden. Neu ist die Muskelrhythmik, die sich als Zeitstruktur aus der Prozessdynamik des muskulären Mikrobereichs, das heißt „intakter“ zellbiologischer Regelungsebene,

CMD im Wandel der Wissenschaft

Als generelles System für Bewegung und Antrieb bei verschiedensten artikulär und okklusal geführten Bewegungsmustern verbindet sie die stationären und dynamischen Verhältnisse, in welche auch die Gravitationsfeldwirkungen einfließen [12]. Sie ist eine Plattform geworden für alle Fachdisziplinen, die Prozess- und Bewegungsdynamik im Rahmen der Regenerativen Medizin wissenschaftlich unter-

Indizes:

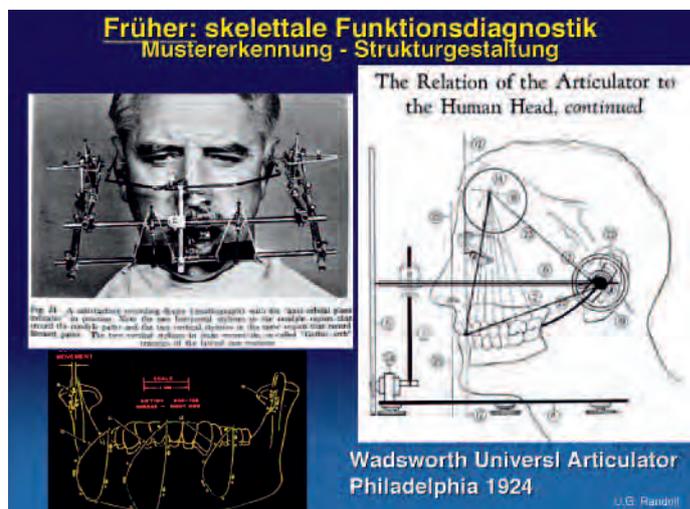
- Bifurkationsverhalten
- CMD
- Entraînement
- Kohärenz
- Matrix-Rhythmus-Therapie
- Muskelzittern
- Ordnungstherapie
- Raum-Zeitstruktur
- Regenerative Medizin
- Synchronismus
- Synergetik
- Tremor

Keywords:

- Bifurcation like behaviour
- CMD
- Coherence
- Entraînement
- Matrix-Rhythm-Therapy
- Muscle quivering
- Order-therapy
- Regenerative Medicine
- Synchronism
- Synergetics
- Time-space-pattern
- Tremor

Abb. 1

Zu Beginn der biomechanisch ausgerichteten Zahnheilkunde wurden Bewegungen ohne Zeitauflösung gezeichnet. Allein okklusale und artikuläre Führung waren von diagnostischer Bedeutung. Die Muskulatur oder gar die Haltung des Menschen im Raum blieben unberücksichtigt.



gestaltet. Solche biologische Zeitstrukturen sind bereits seit Jahren Bestandteil physikalisch-mathematischer Vorstellungen, die uns neue Fragen erlauben, um weitere Plausibilität für Symptombildungen zu finden [10], (Abb. 1 und 2).

Neue Sichtweise der Muskelzellfunktion

Derzeit wird selbst in Fachkreisen die Muskelkontraktion noch als der überwiegend energieverbrauchende Prozess angesehen. Die Relaxation der Muskulatur wird dagegen als passiver Vorgang betrachtet. Diese allgemein verbreitete Schulmeinung der energetischen Funktionsabläufe des Muskels wurde von Paerisch, Leipzig, revidiert, indem er die Erkennt-

nisse aus der Nichtgleichgewichtsthermodynamik auf den Vorgang der Muskel-

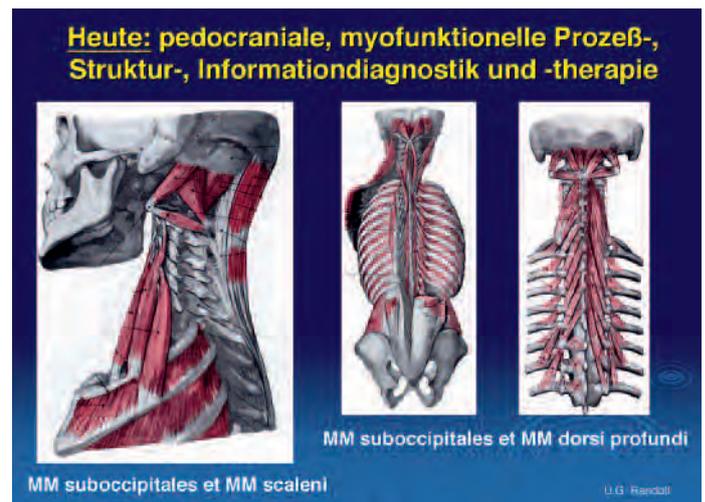


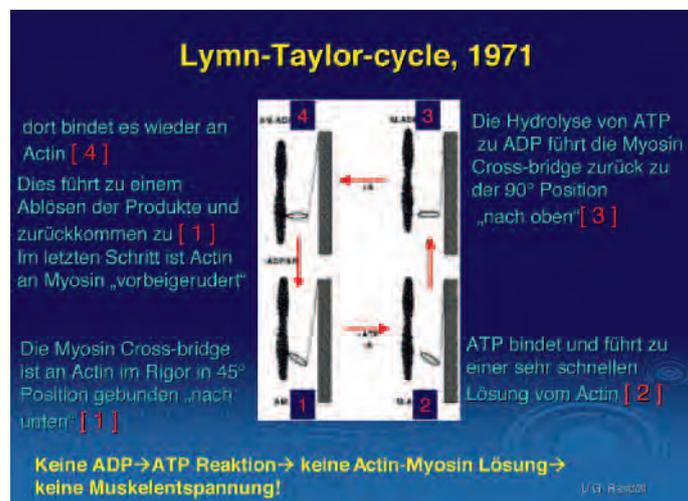
Abb. 2 Psychisch-informative Ein- sowie Auswirkungen der Gesamtkörperhaltung auf die Kopf- und Unterkiefer-Bewegung und Position sind zur Beurteilung von CMD Voraussetzung zur Entwicklung nachhaltiger Therapiestrategien. Bei Behandlung der CMD steht heute organ- und fachdisziplinübergreifend das Verständnis der Muskelfunktion im Mittelpunkt.

Anatomieatlas „Prometheus“, Thieme Verlag



Abb. 3 und 4
Ohne Lösung der Aktin-/Myosin-Brücken behält der Muskel „Kontraktionsrückstände“.

Diese verhindern eine Rückführung in den elastischen Ausgangszustand. Ein erhöhter Dauerzug im gesamten Muskel-/Sehnensystem einschließlich Ursprung und Ansatz sowie am Knochen, ist die Folge.



Keine ADP → ATP Reaktion → keine Actin-Myosin Lösung → keine Muskelentspannung!

dass eine Membranspannung als Bereitschaftspotenzial aufgebaut werden kann. Der eigentliche Energieverbrauch im Prozess der Muskelfaserkontraktion erfolgt in der Ablösung des Myosins von den Aktinfilamenten und durch die Repolarisation der Muskelzelle. ATP ist somit in erster Linie notwendig zur Herstellung des entspannten Bereitschaftszustandes. Deshalb gilt ATP als „Weichmacher“ (Abb. 3 und 4). An der Universität Erlangen wurden aus diesem neuen Verständnis der Mikroebenen heraus Therapiestrategien abgeleitet, die zeitbasiert sind. Taktgebermechanismen, welche als kohärente Felder die Lebensrhythmen aufbauen und unterhalten, wurden dort in den 90er Jahren erforscht, um sie klinisch zu nutzen. Heute werden sie Fachdisziplin übergreifend, therapeutisch angewendet, da über den „Effekt des Mitschleppens“ (Entrainement) körpereigene Prozesse über extern zugeführte Rhythmen in definierten Frequenzfenstern readaptiert werden [1,14,16,18,19].

Muskelzittern, Bifurkationsverhalten und Entrainement

In Abhängigkeit des extrazellulären Ausgangszustandes haben wir im Rahmen unserer Forschungsarbeiten zwei Wege gefunden, in welche eine Muskelkontraktion mündet und nennen es analog zu den Modellen in der Mathematik „Bifurkationsverhalten“:

1. Sind die Kontraktionsbedingungen normal, so geht eine Muskelkontraktion, ausgehend vom physiologischen Tremor durch Synchronisation der Entladungssignale, in das jedem bekannte Muskelzittern über (Schüttelfrost, Kältezittern, Zittern im Orthostasekollaps). Wie die Beobachtung zeigt, ist es dem Muskel im Zittermodus nicht möglich, auch bei noch so starkem Willen, weiter Arbeit zu verrichten. Gewichtheber verlieren beispielsweise jedes Gewicht, wenn der Muskel zu zittern beginnt. Das „Frequenzfenster“, in welchem die Muskulatur synchronisiert, gilt für alle Menschen und ist im Bereich des Alpha-Rhythmus der Gehirnwellen (8-12 Hz). Wir bezeichnen es als „Überlebens-Mode“.

An diesen Zitterrhythmus ist konstruktionsbedingt untrennbar eine maximale lymphatisch-venöse Perfusion der extrazellulären Räume gekoppelt. Offensichtlich versucht der Körper mit dem letzten Programm, welches unwillkürlich abläuft,

sich vor Verletzung und Absterben zu schützen, in dem er alles auf Perfusion (Umspülung der Zellen) setzt. Gleichzeitig zentralisiert er Flüssigkeiten um die lebensnotwendigen Organe zu versorgen. (z.B. Zittern im Orthostasekollaps, Abb. 5).



Abb. 5 Rhythmische Muskelpulse, wie sie beim Zittern auftreten, aktivieren den lymphatisch-venösen Rückfluss und öffnen einen mikrozirkulatorischen Stau von vorne (Melkprozess). Extrazelluläres Milieu wird erneuert, als Basis jeglicher Zellregeneration. Auch intravenös applizierte Wirkstoffe erreichen, nachdem sie in den arteriellen Schenkel gelangen, nur über diesen Weg ihr Ziel. Je durchgängiger Transitstrecken sind, um so besser ist die Viskoelastizität des Gewebes insgesamt. Hier greift der „Effekt des Mitschleppens“ (Entrainement).

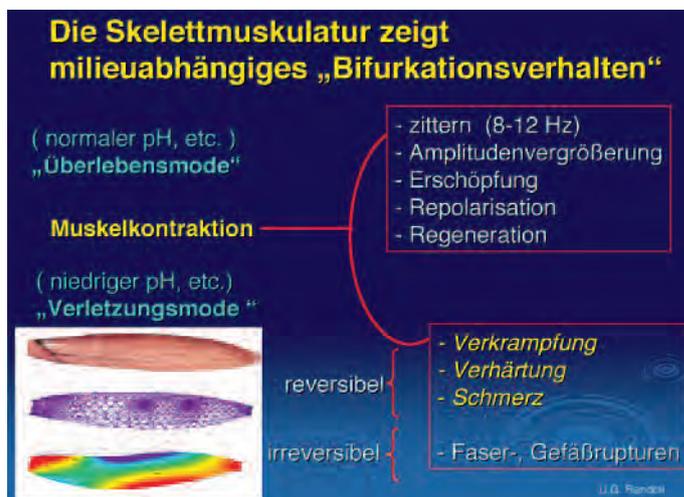


Abb. 6 Die Skelettmuskulatur zeigt ein aus der Mathematik bekanntes Bifurkationsverhalten. In Abhängigkeit normaler Ausgangsbedingungen geht die Muskulatur bei endgradiger Anspannung in den physiologischen Synchronisations-Mode (Notfall-Zittermode) oder bei azidotischen Ausgangsbedingungen, über zunächst reversible Zwischenstufen (Verkrampfung, Verhärtung, Schmerz), in den irreversiblen „Verletzungs-Mode“ über. Das Dynamische Finite Elementmodell der Skelettmuskulatur zeigt typische Kontraktionsrückstände innerhalb des Muskelbauchs mit resultierender, eingeschränkter Elastizität bzw. Schwingungsverhalten. Mit der Finiten Elementmethode lässt sich Schwingungsdynamik am Computer simulieren [25,26].

2. Leben die Muskelzellen jedoch bereits in einer Energiekrise auf zellulärer Ebene, führt dies bereits über die Gewebsazidose zu sichtbaren Kontraktionsrückständen, die von Schmerzen begleitet werden. Hier kommt es über die Depolarisation zu einer Kontraktion, die mangels ATP-Nachbildung nicht mehr aufgelöst werden kann (z.B. Muskelverkrampfung). Kann aufgrund dessen, dass physiologische Prozesse 100-prozentig zum Stillstand gekommen sind, gar kein ATP mehr gebildet werden, führt das im Extremfall zum Absterben und löst die Totenstarre aus. Eine Azidose sensibilisiert die Schmerzwahrnehmung und die Kontraktionsbereitschaft der Muskulatur. Hier kann es zum Auftreten spontaner Krämpfe führen, auch ohne aktives Nervensignal [27].

Lokalisierte/generalisierte Kontraktionsrückstände

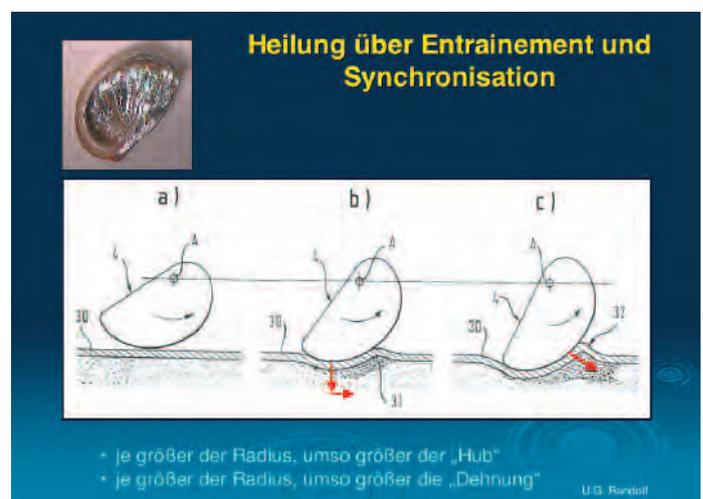
Die zelluläre Energiekrise ist zur Zeit das plausibelste pathophysiologische Modell zur Erklärung der myofazialen, myoacidotischen und myotendinischen Schmerzsyndrome. Die Kompression der Venolen und Arteriolen führt zu einer mangelnden Sauerstoffversorgung mit verminderter ATP-Bildung. Bleiben Muskelfasern als Resultat der Hypoxie beziehungsweise aus dem Energiedefizit auf zellulärer Ebene kontrahiert, so spricht Paerisch, Leipzig, von so genannten Kontraktionsrückständen, die durchaus auch innerhalb feinsten Muskelfasern auftreten können. Diese können schmerzauslösende Auswirkungen haben. Weiterhin entstehen aus diesen Prozessstörungen heraus Verkürzungen des Faszien-systems mit resultierenden Gleitbehinderungen der Faszien durchdringenden Gefäße und Nerven sowie in der Folge Struktur-anomalien.

Muskeln können bewusst angespannt und entspannt werden. Kontraktionsrückstände können jedoch nicht willentlich gelöst werden. Solche kontrahierten Muskelfasern oder kontrahierte Teile von Muskelfasern werden klinisch als Triggerpunkte bezeichnet. Einhergehende viskoelastische Veränderungen im Muskelmikrobereich führen ebenfalls zu schmerzhaften intramuskulären Dysbalancen, außerdem stehen kontrakte Muskelfasern der Bewegung nicht mehr zur Verfügung. Die Variabilität der Bewegungsmuster wird eingeschränkt und es entstehen sichtbare Ausweichbewegungen mit Schonhaltungen und auch Wachstumsstörungen.



Abb. 7 Links: MaRhyThe-Gerät; Mitte: Magnetisches Feld; Rechts: Spezifische harmonische Wellenform des Resonators, die mechanisch in das Gewebe eingebracht wird und sich dort als rhythmisches, logarithmisches Zeitmuster aufbaut.

Abb. 8
Die Logarithmische Spirale erzeugt bei gleicher Winkelgeschwindigkeit unterschiedliche Bahngeschwindigkeiten. Daraus resultierende ziehende („stretchende“) Momente dehnen wohldosiert darunterliegendes Gewebe, zum Beispiel Faszien, auf ihre Ursprungslänge und stimulieren gleichzeitig die dehnungsempfindlichen Fühlorgane (Spindelrezeptoren), die abhängig von dL/dT sowie absolutem Längenzuwachs (PD-Fühler) sind. Durch Stimulation der spannungsempfindlichen Fühler (PD-Fühler) der Golgisehenapparate werden die α -Motoneurone der betroffenen Muskeln gehemmt, wodurch der Spannungsentwicklung im Muskel entgegengewirkt wird (autogene Hemmung).



Fazit

Der defizitäre Energiestoffwechsel auf zellulärer Ebene muss mit Hilfe von therapeutischen Ansätzen wieder umfassend normalisiert werden. Primär muss der Zellstoffwechsel „saniert“ werden, bevor sekundär durch makroskopische Übungen bewegt und trainiert wird. Die Heilung des Schmerzes muss durch die Re-adaptation von verschobenen Fließgleichgewichten auf zellbiologischer Ebene diskutiert und von da aus induziert werden. Nur so lässt sich dauerhaft schmerzfreie Bewegungsvariabilität wiederherstellen [19,20,21,23].

Praktische Konsequenz

Wird ein Muskel, dessen Muskelzellen, sich „in Not“ befinden unter diesen pathophysiologischen Bedingungen einem starken Training unterzogen, so werden sie weiter in das Energiedefizit getrieben. Die Einstellung vieler Rückenschultherapeuten, die Muskulatur unter solchen Bedingungen zu kräftigen, muss unter diesen Gesichtspunkten dringend revidiert werden. Selbst eine kräftig ausgebildete Muskulatur, wie sie Bodybuilder aufweisen, ist keineswegs gesund. Eine gesunde Muskulatur ist eine elastische, reagible, geschmeidige und seitens des Stoffwechsels energetisch aufgeladene Muskulatur.

Dies wird erreicht durch

- eine sanfte Extension der Muskulatur mit der Aufdehnung der Faszie, die zur Entlastung der Durchtrittsstellen für die Nerven führt, um gleichzeitig Kontraktionsrückstände aufzulösen und die Muskelfasern in einen entspannten Bereitschaftszustand zu überführen
- eine Detonisierung der Muskulatur zur raschen Verbesserung der Perfusionsverhältnisse und damit der Sauerstoffversorgung der Muskel- und Bindegewebszellen
- eine „Säuberung“ des Gewebes von Stoffwechselrückständen und Säurebelastungen durch Zuführung der Abfallprodukte aus der extrazellulären Matrix zur venösen und lymphatischen Ableitung durch Saugvorgänge
- insgesamt die Wiederherstellung der physiko-chemischen Prozesse, die für die Lebensprozesse verantwortlich sind, die sich geordnet, (rhythmisch) äußern [24].

Neuer Therapieansatz auf ordnender Zeitbasis

Zunächst wurden an der Universität Erlangen Labormustergeräte entwickelt, welche heute als Matrix-Rhythmus-Therapie-Geräte (Matrixmobil) bereits in der vierten



Abb. 9 Therapiemodelle gehen von „Strukturmodellen“ über Muskelschlingenmodelle in schwingende „Kolloidmodelle“, wo die lokale bzw. generalisierte Resonatorgüte, Elastizität und Plastizität (Zeitmuster) ein Charakteristikum gesunden, lebendigen Gewebes ist.

In Kopftieflage wird die paravertebral liegende, schmerzhaft kontrakte Muskulatur des Rückens und der HWS mobilisiert, um beispielsweise das Ergebnis von Bissnahmen zu verbessern [22].



Abb. 10 Unter Ausnutzung verschiedenster Lagerungshilfsmittel (z.B. Lojer-Spezielliege, Pezziball) werden systematisch kontrakte Muskel- und Sehnenfaszien sowie Tender- und Triggerpoints aufgespürt (diagnostiziert) und zeitgleich sanft eliminiert (therapiert). Aus der habituellen Haltung werden zunächst Kontraktionsrückstände entfernt und danach Bewegungsräume sukzessive wieder geöffnet. Wichtig ist die sanfte Adaptation der Schwingungen an das Gewebe, so dass die Gefahr von Bänderüberdehnungen grundsätzlich ausgeschlossen wird.

Generation als „aktive Medizinprodukte“ dem Markt sind.

Therapeutisch aktiviert werden die natürlichen Schwingungen des Gewebes unter modulierender Mikroextension mit dem Effekt, dass sich der Körper selbst heilt. Ausgenutzt wird dabei der Effekt des „Mitschleppens“ (Entrainment), wobei körpereigene Prozesse über Rhythmen in definierten Frequenzfenstern readaptiert werden. Viele Beispiele von mikroskopischen und makroskopischen „Fenstereffekten“ (window effect) sind in der wissenschaftlichen Literatur beschrieben. Erstmals wird hier das Beispiel eines Säuglings auf dem Arm, der schlafen soll, beschrieben: Das Kind wird dabei nicht in den Schlaf gerüttelt, sondern in den Schlaf gewogen; das heißt, obwohl physikalisch gesehen beides Frequenzen und Amplituden sind, erkennt der lebendige Körper des Kindes den Unterschied und reagiert einmal mit Schreien und andernfalls mit dem gewünschten Einschlafeffekt [22].

Bei der Matrix-Rhythmus-Therapie wird der Schwingkopf des Gerätes (Abb. 7 und 8) auf die zu behandelnden Stellen aufgebracht, und durch phasensynchrone, magneto-mechanische Schwingungen im frei einstellbaren Bereich von zirka acht bis zwölf Hertz werden die physiologischen Prozesse normalisiert. Durch die besondere Form des Schwingkopfes (logarithmische Spirale) kann der Anwender die Amplitude sowie die Frequenz modulieren. Dies geschieht durch die Änderung der Positionierung des Schwingkopfes beziehungsweise durch unterschiedlich starken Druck während der Behandlung. Durch das Resonanzverhalten readaptiert sich das Gewebe an seine Grundrhythmik, entsprechend dem Alpha-Rhythmus des Gehirns. Dadurch wird der Zellmetabolismus des Gewebes reaktiviert und die kontrakten Stellen der Muskulatur entspannen sich induktiv (Abb. 9 und 10).

Da die Skelettmuskulatur mit 45 Prozent der Körpermasse als größtes Organ und größter Taktgeber des Organismus fungiert, ist sie von Fachdisziplin übergreifender Bedeutung im Sinne der wissenschaftlichen Ganzheitsmedizin zu sehen und gleichzeitig als Ansatzpunkt für solch eine Therapie gut zugänglich.

Eine auf diese Weise sanierte Muskulatur sollte dann durchaus, auch zum Erhalt der Nachhaltigkeit, einem Fachdisziplin

spezifischen, myofunktionellen Übungs- bzw. Trainingsprogramm unterzogen werden, um neue Bewegungsmuster zu erlernen, wobei sich hier die Übungs- bzw. Trainingsausrichtung hinsichtlich der Ziele – Genauigkeit, Schnelligkeit und Zuverlässigkeit – für uns in der Praxis als am sinnvollsten erwiesen hat [13]. ■

Nach einem Vortrag/Workshop beim 6. Netzwerkkongress der Internationalen Gesellschaft für Ganzheitliche Zahnmedizin (GZM) am 11./12.5.07 in München.

Summary

Micro-Extension by Matrix-Rhythm-Therapy

Biophysics (Synergetics, Cybernetics, non linear thermodynamic of irreversible processes, Chaos-Theory) of today gives the idea how biological structures are the result of physico-chemical processes, which are driven by body intrinsic and / or body external rhythms. Such bio-informative fields interact with the whole span of life and stabilize dynamically [2,3,4,8].

In the early 90th we already showed in high resolution videomicroscopes cellular oscillations depending on the biophysical environment. More and more we recognized that geometry can be seen as the informational link between time- and space-pattern and that by "entrainment" body-rhythms and physicochemical processes are locked into phase.

Next step was to find out how far "basic evolutionary time patterns", regarded as natural conductor-frequencies, are disturbed in diseases like muscular pain and how far such attractors can be systematically and continuously restored, from a microscopic cellular level and brought back to a synchronous cooperation on a macroscopic level [7,11].

Skeletal muscle clearly shows "bifurcation like" behaviour during contraction. The muscle turns either into quivering (rescue) mode or cramping, hardening (injury) mode [27]. This injury mode is clinically seen in CMD patients.

Following this dynamic approach the Matrix-Rhythm-Therapy, a "Rhythmic Micro-Extension-Technique", was developed, which turns the injury mode into rescue mode by entrainment. For the first time the so far neglected time-structure (time-pattern) of the organism is directly used as order parameter for the treatment [9,11,18].

Korrespondenzadressen:

Matrix-Center-München
Dr. med. Ulrich G. Randall
Lortzingstraße 26
81241 München
Telefon: 089/76 75 36 85
Fax: 0 81 42/50 46 36
E-Mail: info@matrix-center.com
www.matrix-center.com



Abteilung für Unfallchirurgie
Universitätsklinikum Erlangen
Prof. Dr. med. Friedrich F. Hennig
Krankenhausstr. 12
91054 Erlangen



- [1] Rohracher, H.: Ständige Muskelaktivität („Mikrovibration“), Tonus und Konstanz der Körpertemperatur. Schriftenr. Univ. Wien 1959.
- [2] Prigogine, I.; Nicolis, et al.: Thermodynamics of evolution. *Physics today* 11 (1972) 23 – 28
- [3] Fröhlich H.: Evidence for Base Condensation like Excitations of Coherent Models in biological Systems. *Phys. Letters* 51 A (1975) 21
- [4] Haken H.: *Pattern Formation and Pattern Recognition*. Springer, Berlin 1979
- [5] MacNevin M.G. et al.: Mouth infections and their relation of systemic diseases, *J. Purcell research memorial NY, 1930*
- [6] Randoll U.G. Von der Gnathologie und Artikulationslehre zur ganzheitlichen Zahnmedizin; die Entwicklung der Zahnmedizin im 20. Jahrhundert am Beispiel Konrad Thielemanns. Haug-Verlag, Heidelberg 1992. ISBN 3-7760-1250-1
- [7] Randoll U.G., Pangan R.: The role of complex biophysical-chemical therapies for cancer. *Bioelectrochemistry and Bioenergetics* 27 (1992) 341 – 346
- [8] Randoll U.G.: Die Bedeutung von Regulation und Rhythmus für ärztliche Diagnostik und Therapie. Albrecht H. (ed.): *Gesundheit und Krankheit aus der Sicht der Wissenschaften*. Hippokrates-Verlag, Stuttgart, August 1993
- [9] Randoll U.G.: I. Cell-Matrix and Cells – Field and Rhythm-Structures of Life. II. Results of Dynamic Diagnostics – Consequences for the Treatment of Chronic Diseases. *Proceedings Rea W.J.: 15th Annual International Symposium on Man and His Environment, Dallas, Texas 1997*
- [10] Randoll U.G.: Okklusale Dynamik und Selbstorganisation. *Phillip Journal* 9/11 1994, Seite 425 – 431
- [11] Randoll U.G.: Matrix-Rhythm-Therapy of Dynamic Illnesses. In: Heine, H., Rimpler M., (eds.) *Extracellular Matrix and Groundregulation System in Health and Disease*. G. Fischer, Stuttgart Jena New York (1997) 57 – 70
- [12] Randoll U.G.; Paerisch M.: Die Regelung von kontraktiven Muskelfaserschwingungen unter dem Einfluß des Gravitationsfeldes der Erde. Vortrag. Geh. auf der 8. AK-Tagung der Dtsch Ges. für Osteologie ; Erlangen 1997
- [13] Paerisch, M., Randoll U.G.: Neue elektrodynamische Erkenntnisse zur Funktions- und Trainingssteuerung des Skelettmuskels. *Erfahrungsheilkunde* 5/1998 325-334
- [14] Petenyi A: Oszillation der Quergestreiften Skelettmuskulatur während isometrischer Kontraktion. Abhängigkeit der Oszillationsqualität von der Größe der Kraftentwicklung, Alter, Krankheit, Trainingszustand und weiteren Individualfaktoren. Inaugural-Dissertation zur Erlangung der Doktorwürde der Medizinischen Fakultät der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg; Abteilung für Unfallchirurgie 1998
- [15] Randoll U.G., Hennig F.F.: Morphological Adaptation of Vital Human Cells to Different pH-Values. *Endocytobiosis and Cell Research; Endocytobiology VII, Freibg. 1998*
- [16] Randoll U.G., Hennig F.F.: Muskeloszillation, -Kraft und Osteoporose. *Osteologie Supplement* 7, Jena 1998, 24, 133
- [17] Paerisch, M.: *Ecce Caro musculorum*. Die Steuerung und Regelung des Betriebs der Skelettmuskulatur; Schkeuditzer Buchverlag 2003.
- [18] Randoll U.G.; Hennig F.F.: Kohärente Rhythmen und ihre Anwendung bei Sportverletzungen. *CoMed; Januar 2004*
- [19] Randoll U.G., Funk R.H.W.: Rückenschmerz aus dem Blickwinkel neuer Physik und Zellbiologie sowie Behandlung mit der Matrix-Rhythmus-Therapie. (MaRhyThe). *Die Säule – Gesunder Rücken - besser leben* 14. Jg. 2/Mai 2004; 62 – 67; ISSN 14-6043
- [20] Dickreiter B: Rückenschmerzen – eine bedeutsame Volkskrankheit. *Neue Sichtweisen in der Prävention und der Therapie von muskulo-skelettalen Beschwerden Erfahrungsheilkunde* 11/2004
- [21] Jäger A.: Der Effekt der tiefenwirksamen, rhythmischen Mikro-Extensionstechnik (Matrix-Rhythmus-Therapie) in der Bewegungstherapie. Inaugural-Dissertation zur Erlangung der Doktorwürde der Fakultät für Geistes- und Sozialwissenschaften
- [22] Randoll U.G.; Hennig F.F.: Matrix-Rhythmus-Therapie für Zeitstrukturen und Prozesse. *Ganzheitliche Zahnmedizin GZM Netzwerkjournal – Praxis und Wissenschaft* 10.Jg. 1.2005; 20 – 25
- [23] Albert L. Wirksamkeitsnachweis der Kosten-Relation des Einsatzes der Matrix-Rhythmus-Therapie in der Automobilindustrie am Beispiel der DaimlerChrysler AG am Standort Sindelfingen. Diplomarbeit zum Erlangen des Grades Diplom-Betriebswirt (FH). *DIPLOMA-Fachhochschule Plauen/Vogtland* Januar 2006
- [24] Randoll U.G; McCutcheon R., Hennig F.F.: Matrix-Rhythmus-Therapie und der osteopathische Ansatz. *Osteopathische Medizin; 7. Jahrg. Heft 1* 2006 S. 28 – 34, Elsevier -Urban & Fischer
- [25] Thiemann Sabrina: Modellierung und numerische Simulation der Skelettmuskulatur. Diplomarbeit Technische Universität München; Fakultät für Mathematik; Lehrstuhl für Numerische Mathematik. Prof. B. Simeon. München; April 2006
- [26] Dietrich Felix: Ein Zwei-Skalen-Modell zur Simulation von Vibrationstherapien für die Skelettmuskulatur. Diplomarbeit Technische Universität München; Zentrum Mathematik; Lehrstuhl M2 für Numerische Mathematik. Prof. B. Simeon. München; Mai 2007
- [27] Randoll. U.G, Simeon B. : Theory and Clinical Approaches to Chronic Back Pain by Synchronism and Entrainment. Vortrag: *The 42nd Winter Seminar January 13. – 27., 2007 Klosters Switzerland Biophysical Chemistry, Molecular Biology and Cybernetics of Cell Functions*