

Über die psychomuskuläre Korrelation

© Viktor Weichbold (2010)

I. Einleitung

(1) Als "psychomuskuläre Korrelation" wird im Folgenden der Zusammenhang zwischen dem Tonus der Skelettmuskulatur (Muskeltonus) und dem psychischen Spannungszustand (Psychotonus) bezeichnet. Die beiden Bereiche sind augenfällig miteinander korreliert: erhöhte psychische Anspannung, etwa bei Nervosität, Angst oder Aggression, geht mit erhöhtem Muskeltonus einher; niedrige psychische Anspannung (Relaxiertheit) mit abgesenktem.

(2) Der hohe Muskeltonus des psychisch Angespannten zeigt sich auch in der motorischen Unruhe, die diesen Zustand oft begleitet: Zittern, Herumfucheln mit den Händen, Verschränken und Wieder-Öffnen der Arme, Tippen mit den Fingern, usw. Wegen des erhöhten Tonus sind die Feinbewegungen plump und ungenau: der Angespannte drückt den Stift so fest auf das Papier, dass die Mine bricht, er stößt aus Ungeschicklichkeit Gegenstände um, verschüttet Kaffee, usw.

Dem gegenüber ist der psychisch Relaxierte auch motorisch ruhig: er liegt "locker" im Lehnstuhl, die Beine schlaff übereinander, die Arme lose baumelnd – ohne jede Bewegung. Sein Gesichtsausdruck ist ruhig, das Unterkiefer abgesunken, die Stirn- und Lippenmuskulatur sind – so wie die übrige Muskulatur – weich.

(3) Die "Parallelschaltung" von psychischem Spannungszustand (Psychotonus) und Skelettmuskeltonus ist ein relevanter Mechanismus der psychosomatischen Interaktion. Er spielt nicht nur bei der Genese psychosomatischer Zustandsbilder eine Rolle, sondern kann auch therapeutisch genutzt werden: etwa, um mittels muskulärer Relaxation eine psychische Relaxation zu erzielen.

Die Absicht dieses Essays ist es, die neuroanatomischen und -psychologischen Grundlagen der psychomuskulären Korrelation darzustellen und der weiteren Diskussion zuzuführen. Ich weise darauf hin, dass diese Grundlagen weitgehend unerforscht bzw. hypothetisch sind, weshalb meine Ausführungen als *spekulatives Modell* zu gelten haben und für Korrektur und Ergänzung natürlich offen sind.

II. Regelung und Funktion des Muskeltonus

(4) Die motorische Unruhe des psychisch Angespannten entsteht nicht durch willkürliche Herbeiführung, sondern durch unwillkürliche (spontane) *Auslösung* von Bewegungen. Ihr Ursprung liegt nicht im kortikalen Gyrus präcentralis bzw. im pyramidalmotorischen System, sondern im extrapyramidalen System, das der Willkürmotorik beigeschaltet ist.

(5) Das Extrapyramidalsystem (EPS) regelt den Tonus (die Grundspannung) der Skelettmuskulatur. Seine Aufgabe ist es, diese Grundspannung der aktuellen Beanspruchung des Muskels anzupassen:

- eine hohe Grundspannung befähigt den Muskel, sich innerhalb kürzester Zeit maximal zu kontrahieren; d.h. schnellstmöglich maximale Kraft zu erzeugen.

Ein erhöhter Tonus ist auch nötig, um Kräfte, die auf den Körper einwirken (z.B. Gravitation, Fliehkraft), zu kompensieren und ihn gegen ihr Wirken in einer bestimmten Position zu halten.

- bei mittlerer Grundspannung kann der Muskel das Ausmaß seiner Kontraktion besser dosieren und feinabgestimmte Präzisionsbewegungen vollziehen.
- niedere Grundspannung entspricht der Inaktivität des Muskels, z.B. im Schlaf.

Das EPS ist somit eine Art "Servosystem" der Motorik. Neuroanatomisch werden ihm zugezählt:

- einige Basalganglien: Ncl. caudatus, Putamen und Globus pallidus;
- die Kerngebiete des Mittelhirns: Substantia nigra, Ncl. ruber, Ncl. subthalamicus, Ncl. interstitialis, Ncl. Darkschewitsch;
- die extrapyramidal-motorischen Bahnen: Tr. rubrospinalis (tegmentospinalis), Tr. rubroreticularis, Tr. rubroolivaris, Tr. tectospinalis, Tr. reticulospinalis, Tr. vestibulospinalis.

(6) Das EPS ist mit mehreren Schaltkreisen in sich selbst rückgekoppelt. Afferenzen erhält es aus den motorischen Arealen des Frontallappens (Gyrus präcentralis), aus dem Thalamus (Ncl. centromedianus), aus dem Kleinhirn (Ncl. emboliformis, Ncl. dentatus) und aus Kernen der Formatio reticularis des Hirnstamms. Efferente Fasern entsendet es u.a. zum Thalamus, zur Olive, zum Kleinhirn und in die Formatio reticularis (Ncl. tegmentalis pedunculopontinus).

Die Bedeutung des EPS für die Regulierung des Skelettmuskeltonus zeigt sich u.a. daran, dass Schädigungen oder Erkrankungen seiner Komponenten typischerweise zu Bewegungs- oder Tonusstörungen führen. Die Bewegungsstörungen imponieren entweder als *hypokinetische* oder als *hyperkinetische* Symptome.

- Hypokinetische Symptome sind gekennzeichnet durch einen Mangel an oder eine Verlangsamung von Bewegungen; Beispiele sind Hypomimie und Bradykinese bei Mb. Parkinson.
- Hyperkinetische Symptome sind gekennzeichnet durch unwillkürliche und überschießende Bewegungen; ein Beispiel sind die choreatischen (tänzelnden) Bewegungen bei Chorea Huntington.
- Hypo- wie hyperkinetische Symptome sind fast immer von Tonusanomalien begleitet; meist mit einer Tonuserhöhung (z.B. Rigor). Isolierte Tonusstörungen werden als Dystonien bezeichnet; auch sie können als Folge einer Erkrankung oder Schädigung von Strukturen des EPS auftreten.

(7) Die Vernetzung des EPS mit den o.g. zentralnervösen Systemen hat zur Folge, dass in die Regulierung des Skelettmuskeltonus viele verschiedene Informationen einfließen:

- einerseits Informationen über den Spannungszustand der Muskulatur, die aus den peripheren Muskelspindeln und Sehnenorganen stammen.
- weiters Informationen über die Lage und Stabilität des Körpers im Raum, die vom vestibulären und visuellen System kommen.
- drittens Informationen über unmittelbar beabsichtigte willkürmotorische Aktivitäten, die in frontokortikalen Arealen geplant werden.

Zudem empfängt das EPS Informationen aus vegetativen Zentren der Formatio reticularis, die den Aktivierungsgrad ("arousal") des ZNS beeinflussen. Ob weiters Verbindungen zu vegetativen Zentren des Hypothalamus oder zum Limbischen System, bestehen, ist unklar; doch ist die Regelung des Skelettmuskeltonus augenscheinlich auch an die vegetative Befindlichkeit gekoppelt:

- ist der Organismus in der ergotropen Phase, wird die Muskulatur auf *Leistungserbringung* vorbereitet: ihr Tonus wird erhöht.
- ist der Organismus in der tropotropen Phase, wird die muskuläre Aktivität nicht benötigt. Um Energie zu sparen, wird der Tonus abgesenkt.

(8) Die Aufgabe des EPS ist, wie gesagt, die Grundspannung des Muskels auf den Aktivitätszustand des Organismus abzustimmen. Ein mittlerer Muskeltonus ermöglicht wohldosierte Kontraktionen, woraus präzise Bewegungen erfolgen, wie sie für feinmanuelle Arbeiten erforderlich sind (Schreiben, Nähen, etc.). Mit zunehmender Erhöhung des Tonus nimmt die feinstufige Graduierbarkeit der Bewegung ab zugunsten der Kraft, die der Muskel erzeugen kann. Ein hoher Tonus ist nötig, um schwere Arbeiten zu verrichten, etwa das Heben oder Tragen von Lasten, oder für die Kompensation von Kräften, die auf den Körper einwirken.

Eine sehr hohe Grundspannung – ein Hypertonus – ist demnach der Grundzustand für höchste ergotrope Leistungserbringung. Der Muskel wird in die Lage versetzt, sich in kürzester Zeit maximal zu kontrahieren, d.h. schnellstmöglich größtmögliche Kraft zu erzeugen. Diese Bereitschaft ist – evolutionär gesehen – in Situationen sinnvoll, in denen eine äußere Bedrohung besteht, die der Organismus durch Flucht oder Kampf bewältigen muss. So erklärt sich, dass bestimmte psychische Zustände, wie Angst oder Aggression, mit einem muskulären Hypertonus verbunden sind.

III. Hypertone Eigenbewegungen als Produkte des erhöhten Muskeltonus

(9) Der Hypertonus bereitet den Muskel vor auf eine pyramidal oder reflektorisch initiierte intensive Kontraktion. Bleibt diese Kontraktion aus, kommt es zu hypertonen Eigenbewegungen. Sie entstehen einerseits durch die Verstärkung des physiologischen Tremors (Aufregungszittern) sowie durch spontane Kontraktionen; diese ergeben sog. hypertone Kontraktionen und hypertone Dyskinesen. Auch die sog. *Übersprungsbewegungen* dürften im Wesentlichen hypertoner Grundlage sein.

- *Aufregungszittern* manifestiert sich typischerweise an den Händen, gelegentlich auch an den Sprechorganen: also an den am dichtesten innervierten Gliedern. Es handelt sich um ein verstärktes physiologisches Zittern, bedingt durch die starke Innervierung dieser Muskel.
- *Hypertone Kontraktionen* sind "verkrampfende" Bewegungen von Muskeln, die allein durch den erhöhten Tonus zustande kommen. Sie imponieren als Faustschluss der Hand, Zusammenbeißen der Zähne, Zusammenkneifen der Lippen, Durchstrecken der Extremitäten, u.ä.
- *Hypertone Dyskinesen* sind "Ersatzbewegungen" des hypertonen Muskels, die anstelle der (ausbleibenden) pyramidalen Bewegung auftreten. Ihnen geht manchmal ein (mehr oder weniger erlebbarer) Bewegungsdrang voraus. Sie imponieren als unruhige, "nervöse", meist monotone Aktivitäten: Klopfen mit den Fingern, Bartzupfen, Spielen mit Gegenständen (z.B. mit dem Kugelschreiber), u.ä.
- *Übersprungsbewegungen* sind hypertone Dyskinesen, die von Mustern der Willkürmotorik überlagert sind. Daher erscheinen sie wie "willentliche"

Bewegungen bzw. Handlungen: Kratzen am Hinterkopf, Abnehmen und Wiederaufsetzen der Brille, Anordnen oder Ausrichten von Gegenständen, u.a.

Hypertone Eigenbewegungen sind nicht pathologisch (wie z.B. die Dystonien oder Dyskinesien). Sie beruhen nicht auf Störungen oder Erkrankungen des EPS, sondern auf dessen normaler, wenngleich übersteigter Funktion.

IV. Psychische Anspannung

(10) Psychische Anspannung – der Psychotonus – ist ein ebenso elementares wie schwer zu objektivierendes psychisches Phänomen. Seine theoretische Definition ist heikel, da sie ein "mechanistisches" Modell der Psyche voraussetzt (mit einer Modellkomponente, die *gespannt* sein kann; Spannung = negativer Druck).

Was ist der Psychotonus? Innerhalb des subjektiven Erlebens ist psychische Anspannung nur schwer aus anderen Erlebnisgrößen herauszulösen. Vermutlich verbinden die meisten Menschen mit "Anspannung" den Zustand einer fiebrigen Erwartung, etwa vor einem öffentlichem Auftritt, oder vor einer Prüfung. Nach meiner Auffassung decken solche Zustände nur einen Teil des Spektrums der psychischen Anspannung ab. Nach dem hier vorgeschlagenen Modell ist *Anspannung* vielmehr eine Basisvariable: ein Dauerzustand der Psyche, der – in unterschiedlicher Ausprägung – allen psychischen Zuständen / Prozessen zugrunde liegt. Mit anderen Worten: die Psyche ist *immer* psychoton, so wie auch materielle Körper immer einen bestimmten Innendruck besitzen.

- Extrem niedriger Psychotonus liegt vor bei niedrigen Wachheitsgraden: z.B. beim Dahindösen oder Tagträumen.
- Geringfügig höherer Psychotonus kennzeichnet Zustände, die geringe geistige oder motorische Aktivität erfordern: das Hören oder Lesen einfacher Texte, das langsame Dahinwandern, das Ansehen von unaufregenden Filmen, etc. Diesem Zustand entspricht der alltagssprachliche Ausdruck "entspannt sein".
- Kommt es im Film zu einer "spannenden" Szene, dann steigt der Psychotonus, und er kann – zumal bei Kriminal- oder Horrorfilmen – beträchtliche Grade erreichen. Wegen der psychomuskulären Korrelation vollziehen die Zuseher dann begleitende hypertone Eigenbewegungen: sie verkrammen die Finger, halten den Atem an, richten den Oberkörper auf, usw.
- Extrem hoher Psychotonus kennzeichnet jene Zustände, die höchste psychische Reaktionsbereitschaft verlangen. Dazu zählen vor allem Situationen, in denen Gefahr oder Bedrohung besteht, oder die Durchsetzung eigener Interessen verlangt wird (Konflikt, Streit), aber auch Situationen mit andersartig hoher Herausforderung (z.B. Wettkampf).

(11) In diesen Situationen geht es oft darum, bestimmte Reize schnell zu erkennen, sie fokussiert in der Aufmerksamkeit zu behalten, oder möglichst schnell auf äußere Veränderungen zu reagieren. Tatsächlich begünstigt der erhöhte Psychotonus genau diese Fähigkeiten. Er geht nämlich einher mit:

- Erhöhung des Wachheitsgrads (der Vigilanz),
- Erhöhung der Aufmerksamkeit,
- Absenkung der Wahrnehmungsschwellen,
- Erhöhung der Reaktionsbereitschaft,
- Intensivierung der Reaktion.

(12) Während ein hoher Psychotonus den Organismus für Extremreaktionen – psychischer und körperlicher Art – vorbereitet, ist ein mittelgradig bis gering erhöhter Psychotonus offenbar die beste Voraussetzung für intellektuelle Leistungen (Denken, Problemlösen), für kreative Prozesse (Einfälle, Fantasien) und für die effektive Aufnahme von geistigen Inhalten (Zuhören, Lesen, Lernen). Ein zu niedriger bzw. zu hoher Psychotonus senkt die Effizienz dieser Vorgänge und macht sie im Extremfall sogar unmöglich.

(13) Nach der hier geschilderten Sichtweise ist der Psychotonus nicht eine Erlebnisqualität (wie Angst, Freude, Zorn), sondern eine *Grundgegebenheit* des Erlebens, die bei allen Erlebniszuständen vorhanden ist. Sie wird nur bei hoher Ausprägung besonders deutlich erfahrbar, was dann als "psychische Anspannung" bezeichnet wird.

Für einige Erlebnisqualitäten ist die erhöhte Anspannung ein typisches Begleitphänomen, z.B. bei Wut, Aggression oder intensiver Angst. Andere Erlebnisqualitäten sind hingegen mit einer Absenkung des Psychotonus verbunden: Langeweile, Enttäuschung oder Resignation.

V. Die Vermittlung von Muskel- und Psychotonus

(14) Für die Gleichschaltung von Psycho- und Muskeltonus spielt vermutlich das aufsteigende retikuläre aktivierende System (ARAS) in der *Formatio reticularis* die entscheidende Rolle.

Das ARAS ist ein funktionelles Netzwerk aus serotonergen, noradrenergen und cholinergen Kernen bzw. Zellkomplexen der *Formatio reticularis* (FR). Es übt auf höhere Zentren, einschließlich der Hirnrinde, einen unspezifischen aktivierenden Einfluss aus. Hypothesen zufolge steuert das ARAS wesentlich den kortikal-psychischen Aktivitätsgrad ("arousal") und ist auch in die Regulierung des Wach-Schlaf-Rhythmus eingebunden. Die Reizung seiner Kerne induziert im Tierversuch eine Art "Weckreaktion".

Neuroanatomisch werden dem ARAS in der FR zugezählt:

- die cholinergen Zellen des Ncl. pedunculopontinus,
- der Locus coeruleus (noradrenerg),
- einige Raphe-Kerne (Ncl. centralis superior, Ncl. raphe dorsalis (beide serotonerg)),
- und andere Zellkomplexe der FR.

Die aufsteigenden Efferenzen des ARAS ziehen u.a. zum Hypothalamus und zu Zentren des Truncothalamus, vor allem zum intralaminären Ncl. centromedianus. Dieser Kern erhält auch Efferenzen aus dem Ncl. emboliformis des Kleinhirns. Die elektrische Reizung der truncothalamischen Kerne führt nicht zu bestimmten Verhaltensreaktionen, sondern zu einer unspezifischen Veränderung der Aktivität der gesamten Hirnrinde. Diese Änderung steht möglicherweise den Wachheitsgrad des Bewusstseins in Zusammenhang.

Die absteigenden Efferenzen des ARAS ziehen über reticulospinale Bahnen (Tr. reticulospinalis) ins Rückenmark, wo sie, via Interneuronen, an den γ -Motoneuronen des Vorderhorns enden. Über diese beeinflussen sie die spinalen Reflexbögen und damit den Tonus der Skelettmuskulatur.

(15) Die psychomuskuläre Beeinflussung – d.h. die Beeinflussung des Muskeltonus durch den Psychotonus – kommt mutmaßlich zustande durch Efferenzen des ARAS zum EPS. Diese Efferenzen bestehen einerseits in Projektionen des truncothalamischen Ncl. centromedianus zum Ncl. caudatus und zum Putamen, zu den zwei obersten Schaltstellen des EPS. Eine weitere Verbindung vom ARAS zum

EPS besteht in den Projektionen des Ncl. raphe dorsalis ins Corpus striatum. Der Ncl. raphe dorsalis erhält seinerseits Afferenzen aus dem Locus caeruleus, ebenfalls einem Kerngebiet des ARAS. Eine dritte Einflussgröße ist der Tr. reticulospinalis, dessen Fasern in Kernen der FR entspringen, die mit dem ARAS in Verbindung stehen und zugleich Impulse aus dem Frontallappen der Großhirnrinde, dem Kleinhirn und den Basalganglien erhalten.

(16) Die Beeinflussung in umgekehrter Richtung – Muskeltonus auf Psychotonus bzw. muskulopsychisch – kann auf zwei Weisen erfolgen: eine direkte und eine indirekte (die einander nicht ausschließen):

- Bei der direkten Beeinflussung gelangen Informationen über den Muskeltonus ins ZNS, wo sie an Kerne oder Systeme weitergeleitet werden, die in die Regelung des Psychotonus involviert sind (z.B. Kerne des ARAS).
- Bei der indirekten Beeinflussung führt die bewusste, ev. auch unterschwellige *Wahrnehmung* der entspannten Muskulatur zu einer Senkung des Psychotonus.

(17) Die direkte Beeinflussung beruht – sofern sie besteht – auf Impulsen (den propriozeptiven Information) aus den Muskelspindeln und Sehnenorganen. Diese gelangen ins Rückenmark und werden über Kollateralen an die zwei spinocerebellären Trakte (Tr. spinocerebellaris ventralis et dorsalis) verschaltet. Die beiden Trakte ziehen über den unteren bzw. oberen Kleinhirnstiel ins Cerebellum und enden als Moosfasern an den Körnerzellen der Kleinhirnrinde. Von dort gelangt die propriozeptive Information über die Purkinje-Zellen an die Kleinhirnkerne (Ncll. globosus, emboliformis, fastigii, dentatus). Efferenzen des Ncl. emboliformis ziehen über den oberen Kleinhirnstiel u.a. zum Ncl. centromedianus des Thalamus, der zugleich die Endstelle des ARAS ist und die kortikale Aktivierung vermittelt.

In ähnlicher Weise wie die spinocerebellären Trakte leitet der Tr. spinoolivaris Impulse aus den Sehnenspindeln zur Olive. Diese gelangen weiter ins Kleinhirn und könnten ebenfalls über den oben genannten Weg ins ARAS eingespeist werden.

(18) Über die Mechanismen der indirekten Beeinflussung – durch bewusste Wahrnehmung der Muskelspannung – ist wenig bekannt. Tatsache ist, dass manche Entspannungsmethoden (Autogenes Training, Jacobsonsche Muskelrelaxation, Biofeedback) die bewusste Wahrnehmung muskulärer Spannungszustände trainieren. Über diese Wahrnehmung soll der Psychotonus beeinflussbar sein. Die Frage ist aber, ob hierbei wirklich die *Wahrnehmung* der Muskelspannung oder nicht (auch) andere Faktoren, wie die Ruhehaltung, die Ruheatmung, die akustische Stille, etc., den Psychotonus beeinflussen.

VI. Pharmakologische Belege der psychomuskulären Interaktion

(19) Einen Beleg für die Parallelschaltung von Psycho- und Muskeltonus liefern gewisse psychotrope Substanzen bzw. Pharmaka, die auf beide Komponenten zugleich wirken. Dies sind – neben Alkohol – vor allem die Benzodiazepine.

Benzodiazepine besitzen mehrfache Wirkungen: sie sind anxiolytisch, antikonvulsiv, sedierend, schlaffördernd und muskelrelaxierend. Die Stärke dieser Effekte ist bei den Einzelsubstanzen ungleich ausgeprägt: manche wirken mehr anxiolytisch (z.B. Alprazolam), andere mehr antikonvulsiv (z.B. Clonazepam). Bemerkenswert ist nun, dass der muskelrelaxierende und der sedierende

(spannungslösende) Effekt bei fast allen Substanzen korreliert sind: Benzodiazepine mit hoher muskelrelaxierender Wirkung (z.B. Diazepam) besitzen auch eine hohe sedierende Wirkung, und Benzos mit kleinem muskelrelaxierendem Potenzial erzeugen auch keine nennenswerte Sedierung (z.B. Clobazepam).

(20) Wodurch die unterschiedlichen Effektschwerpunkte bedingt sind, ist noch nicht geklärt. Die Benzodiazepine wirken als Modulatoren am GABA-A-Rezeptor im ZNS; sie erhöhen die Bindungsfähigkeit des GABA und verstärken dadurch die GABA-erge Wirkung. Diese Wirkung besteht vorwiegend in der Hemmung anderer Systeme. Es würde ein interessantes Licht auf die Grundlagen der psychomuskulären Korrelation werfen, wenn erklärt werden könnte, wie die Spezifität einzelner Substanzen für verschiedene Systeme – Angst, Schlaf, Anspannung, etc. – zustande kommt. Denkbar ist, dass hier weitere, noch unbekannte Rezeptorsubtypen involviert sind oder dass Bindungspräferenzen der Einzelsubstanzen für bestimmte zentrale Kerngebiete bestehen.

VII. Die psychomuskuläre Korrelation in der Alltagssprache

(21) Der enge Zusammenhang zwischen Psycho- und Muskeltonus auch hat in Wortprägungen der Alltagssprache Eingang gefunden. Allzu augenfällig ist die Kopf- und Körperhaltung ein Ausdruck seelischer Zustände, als dass dies nicht erkannt worden wäre.

So werden Befindlichkeiten mit niedrigem Psychotonus durch die gebeugte Kopf- oder Körperhaltung (= niedriger Muskeltonus) ausgedrückt:

- "den Kopf hängen lassen" = resignieren,
- "gebeugten Hauptes einhergehen" = beschämt oder bedrückt sein,
- "geknickt sein" = bedrückt sein,
- "die Schultern hängen lassen" = mutlos, frustriert sein.

Ebenso werden Zustände mit erhöhtem Psychotonus durch die aufrechte Körperhaltung oder die angehobene Kopfstellung (= hoher Muskeltonus) veranschaulicht:

- "erhobenen Hauptes einhergehen" = stolz, selbstsicher sein,
- "halsstarrig sein", "hartnäckig sein" = unnachgiebig sein,
- "hochnäsig sein" = arrogant, überheblich sein,
- "Kopf hoch!" = sei zuversichtlich! (engl.: "chin up!")

(22) Wie diese Ausdrücke belegen, ist der Zusammenhang zwischen Kopf- und Körperhaltung einerseits und seelischer Befindlichkeit andererseits längst bekannt. Wie diese Ausdrücke ebenfalls zeigen, bringt sich psychischer Hypo- oder Hypertonus vorzüglich im Tonus der Hals- und Nackenmuskulatur (für den Kopf), der Schultergürtelmuskulatur (für die Schultern) und der Rückenmuskulatur (für den Rumpf) zum Ausdruck. Warum gerade in diesen Regionen, darüber kann nur spekuliert werden (vielleicht auch nur, weil sie besser wahrgenommen werden als z.B. die Hüft- und Beinregion).

VIII. Die Adaptation der Muskelspindel

(23) Die Muskelspindeln sind die Messorgane der Muskelspannung. Bei Dehnung des Muskels (Einwirken einer äußeren Kraft) werden sie mitgedehnt; dies löst ihre

Depolarisation aus. Ihre Signale gelangen über schnellleitende Ia-Fasern ins Rückenmark, wo sie direkt auf die α -Motoneuronen des Vorderhorns umgeschaltet werden. Deren Depolarisierung bewirkt die reflektorische Kontraktion des antagonistischen Muskels (monosynaptischer Reflex). Über Kollaterale gelangen die Impulse aus den Muskelspindeln auch an die γ -Motoneuronen der antagonistischen Muskulatur und an die – ebenfalls im Rückenmark liegenden – Ursprungszellen der spinozerebellären und spinoolivären Tractus, die sie ins Kleinhirn weiterleiten.

(24) Die Muskelspindeln sind keine absoluten, sondern relative Spannungsmesser. Ihre eigene Grundspannung ist an die Grundspannung des Muskels angepasst; anders wäre eine schnelle Reaktion auf die Dehnung des – je unterschiedlich gespannten – Muskels nicht möglich. Die Regulierung des Spindeltonus geht wahrscheinlich über Efferenzen der γ -Motoneuronen des Rückenmarks. Kommt es zu einer zentralen Tonuserhöhung des Muskels, so wird auch die Grundspannung der Spindel angehoben. Die Spindel wird damit sensitiver für Dehnung, der Reflex leichter auslösbar.

Die Spindel adaptiert sich nicht nur an kurzfristige Änderungen, sondern auch an den langfristigen mittleren Spannungszustand des Muskels. Als Stellgröße fungiert hier vermutlich der "running average" des Spindeltonus über ein bestimmtes Zeitfenster hinweg. Langfristig erhöhter Tonus induziert wahrscheinlich eine Verkürzung der Spindelfasern, wodurch ihr mittlerer Spannungszustand neu festgelegt wird. Auf diese Weise kommt es zu einer organischen Fixierung des erhöhten Muskeltonus, da ihn die Spindel nicht mehr als erhöht erkennt und ihre Entladungsrate auf ihn als den neuen "Normalwert" abstimmt. Trotz des erhöhten Muskeltonus ist ihre Entladungsrate dann nicht erhöht. Dieser Mechanismus trägt möglicherweise zur Aufrechterhaltung von Muskelverspannungen bei.

IX. Muskelverspannungen

(26) Muskelverspannungen beruhen auf einem dauerhaft erhöhten Tonus des regulär innervierten (nicht-spastischen) Muskels. Sie treten entweder flächenhaft oder in Form von Strängen oder Knoten im Muskel auf. Der verspannten Stellen sind typischerweise druck- und kontraktionsdolent.

Die Ursachen von Muskelverspannungen sind vielfältig. Häufig sind funktionelle Faktoren im Spiel (Fehlhaltungen, Fehlbelastungen) sowie Verletzungen oder degenerative Schäden des anatomischen Halteapparats (Knochen, Gelenke, Bandscheiben). Aber auch psychokorrelativ induzierte Tonuserhöhungen spielen eine Rolle. Sie entstehen bei anhaltend hohem Psychotonus, wie er z.B. durch häufige Aufregung und durch die sympathikotone Lebensweise des westlichen Menschen begünstigt wird. Ein hoher Sympathikonus wird typischerweise durch Stress, Zeitdruck, Konkurrenz- und Leistungsstreben induziert, und er bewirkt die ergotrope Aktivierung des Organismus. Besteht er dauerhaft, dann ist auch der Psychotonus dauerhaft erhöht.

Psychomuskulär bedingte Muskelverspannungen manifestieren sich besonders an der Stell- und Haltemuskulatur des Kopfes (Nacken, Hals), der Atemmuskulatur (Brustkorb) und der Schultergürtelmuskulatur (Schultern, Rücken). Auch die mimische Muskulatur, Kau- und Stirnmuskulatur sind gelegentlich betroffen.

Offenbar sind diese Muskelregionen besonders involviert in den körperlichen Ausdruck psychischer Befindlichkeit, weshalb sie bevorzugt betroffen sind.

(27) Bei Verspannungen im Schulter- und Nackenbereich kommt ein weiterer Faktor dazu: der "verspannte Nacken" ist ein typisches Symptom von Personen, die beruflich eine manuelle Tätigkeit mit leicht angehobenen Schultern und Armen ausüben und diese mit Kopf- oder Blickbewegungen koordinieren müssen (Sekretärin, Kassierin). Solche Tätigkeiten erfordern per se einen erhöhten Tonus der Schultergürtel- und Nackenmuskulatur. Besteht zugleich ein erhöhter Psychotonus, etwa durch Stress, Konflikte oder Belastungen, kommt es zur verstärkten Intonierung der genannten Muskulatur, die dann – über die adaptive Verkürzung der Muskelspindel – dauerhafte Tonusanhebungen induzieren kann.

Im Bereich der Brustmuskulatur betrifft die Verspannung meist die Interkostalmuskulatur und macht sich als Druckgefühl auf der Brust, Beklemmung und erschwerte Atmung bemerkbar.

X. Therapeutische Konsequenzen

(28) Die Palette der Therapieoptionen bei Muskelverspannungen ist groß; sie können auf Internetseiten leicht nachgelesen werden (dabei bitte Seriosität und Fachlichkeit der Seite beachten!). Sofern die Verspannung mit einem psychischen Hypertonus korreliert ist, sollte dieser unbedingt bei der Therapie berücksichtigt werden.

Es gibt verschiedene und vielfältige Maßnahmen, um psychischen Hypertonus zu senken. Die wichtige Frage ist dabei natürlich: wodurch wird er induziert? In vielen Fällen können dauerhafte seelische Belastungen (Konflikte, Schulden, Sorgen, etc.) den Hypertonus aufrechterhalten; in anderen Fällen eine exzessiv sympathikotone Lebensweise ("Dauerstress", Leistungsdenken, ...). Die Therapie muss dann auf die zeitliche Reduktion der sympathikotonen Zustände und die vermehrte Induzierung parasympathikotoner Zustände abzielen. Parasympathikotone Befindlichkeit ist immer mit niederem Psychotonus verbunden.