

Musikerdystonien: Phänomenologie, Ursachen, Differenzialdiagnosen und Behandlungsmöglichkeiten*

ECKART ALTENMÜLLER (HANNOVER), ANDRÉ LEE (MÜNCHEN) UND HANS-CHRISTIAN JABUSCH (DRESDEN)

Zusammenfassung

Musizieren auf professionellem Niveau ist eine der komplexesten menschlichen Leistungen. Extrem schnelle und komplexe, zeitlich-räumlich präzise definierte Bewegungsmuster müssen mit hoher Zuverlässigkeit gelernt, gespeichert und abgerufen werden, um die Erwartungen der Zuhörer zu erfüllen. Um diese Fähigkeiten zu erwerben, müssen Musiker über viele Jahre hinweg intensiv üben. Steigende Arbeitsbelastung am Instrument kann zu maladaptiver Plastizität des Zentralnervensystems führen und motorische Störungen, wie z. B. die Musikerdystonie auslösen.

Die Musikerdystonie ist durch den permanenten Verlust der Kontrolle hoch präziser Bewegungen beim Spielen eines Musikinstruments gekennzeichnet. Sie betrifft etwa 1–2% der Berufsmusiker. Pathophysiologisch liegen gestörte Inhibition und sensomotorische Integration, möglicherweise auf dem Boden einer genetischen Veranlagung vor. Als „dynamisches Stereotyp“ wird eine zunächst vorübergehende Verschlechterung der Feinmotorik bezeichnet, die häufig durch psychologische Stressoren oder Müdigkeit ausgelöst wird und als Vorform der Dystonie betrachtet werden kann.

Die Behandlung der verschiedenen motorischen Störungen bei Musikern umfassen ergonomische Anpassungen, Anticholinergika, Retraining, und lokale Injektionen mit Botulinumtoxin. Präventionsstrategien in der Ausbildung junger Berufsmusiker sollten auf ein gesundes Arbeitsverhalten, Selbstmanagement, und psychologisch unterstützenden Unterricht ausgerichtet sein.

Schlüsselwörter

Musikerdystonie, Pathophysiologie, Dynamisches Stereotyp, Behandlung, Botulinumtoxin, Retraining

Abstract

Performing music at a professional level is probably one of the most complex human accomplishments. Extremely fast and complex, temporospatially predefined movement patterns have to be learned, memorized, and retrieved with high reliability in order to meet the expectations of listeners. To acquire these skills, musicians must undergo extensive training periods over many years, which start in early childhood and continue through stages of increasing physical and strategic complexities. Increasing work-load may lead to maladaptive plastic adaptations and trigger motor disturbances, such as musician's dystonia.

Musician's dystonia (MD), which is characterized by the permanent loss of control of highly skilled movements when playing a musical instrument, is the gravest manifestation of dysfunctional motor programs, frequently linked to a genetic susceptibility to develop such motor disturbances. A predystonic syndrome, termed „Dynamic Stereotype“, is characterized by temporary deterioration of fine motor control, frequently triggered by anxiety or fatigue.

Treatment of the different forms and degrees of motor disturbances include ergonomic adaptations, anticholinergic drugs, retraining and local injections with botulinum toxin. Prevention strategies, implemented in the training of young professional musicians may target predominantly healthy working behaviour, self-management and psychologically supportive teaching.

Key Words

Musician's Dystonia, Pathophysiology, Dynamic Stereotype, Treatment, Botulinumtoxin, Retraining

Was bedeutet Musizieren auf professionellem Niveau?

Musizieren auf professionellem Niveau gehört zu den anspruchsvollsten menschlichen Tätigkeiten. Die Schwierigkeiten bestehen vor allem darin, dass die ungeheuer komplexen und zeitlich-räumlich überaus präzisen Bewegungen in Echtzeit einer äußerst kritischen Kontrolle durch das Gehör, – des Publikums und des Spielers –, unterzogen werden. Darüber hinaus sind die Bewegungen beim Musizieren eng an die Affekte gebunden: Musik gilt einerseits als „Sprache des Gefühls“ und soll Emotionen ausdrücken, andererseits bewegt sich ein professioneller Musiker in einem unerbittlichen gesellschaftlichen Belohnungs- und Bestrafungssystem, zumindest wenn er notierte „ernste Musik“ interpretiert, bei der es „richtige“ und „falsche“ Noten gibt. Wenige Sekunden der Unaufmerksamkeit während eines Probevorspiels oder eines Wettbewerbes können anhaltende negative Konsequenzen für die künstlerische Laufbahn haben und eine Biographie verändern. Negative Emotionen, Angst vor falschen Tönen, vor einer schlechten Kritik sind daher bei Musikern keine Seltenheit. Gerade dieser hohe Verhaltensdruck und die starke intrinsische Motivation treiben Musiker zu ihren Höchstleistungen an, die sich dann wiederum in eindrucksvollen plastischen Anpassungen des Zentralnervensystems spiegeln (Altenmüller und Furuya 2017).

Üben ist notwendig, um derartige professionelle Fähigkeiten zu entwickeln und die oben angesprochenen komplexen Aufgaben zu bewältigen. Nach der Expertise-Theorie (Ericsson et al. 1993) entstehen professionelle Leistungen durchschnittlich erst nach ca. 10 Jahren und 10.000 Stunden kumulativer Übung am Instrument. Dabei konnte in einer großen Anzahl von Studien gezeigt werden, dass die kumulative Lebensübezeit nicht nur mit der Leistung bei musikalischen Aufgaben, z. B. der Präzision von Fingerbewegungen, sondern auch mit Veränderungen der Hirnfunktion und -struktur korreliert. So finden sich bei professionellen Musikern zahlreiche Zeichen der **adaptiven Neuroplastizität**, also plastischen Anpassungen des ZNS mit vergrößerten auditiven, sensomotorischen und zerebellären Arealen und stärker myelinisierten Fasertrakten des Faszikulus arcuatus, der Pyramidenbahn und des Corpus callosum. Entscheidend ist dabei, in welchem Alter geübt wurde. Je früher die musikalische Fertigkeit erlangt wurde,

umso stabiler ist sie im Wahrnehmungs- und Handlungsgedächtnis verankert und umso geringer sind die Auswirkungen des Übens auf die Hirnstruktur. Dies wird damit erklärt, dass Üben bis zum Alter von etwa 7 Jahren eine Optimierung der neuronalen Netzwerke bedingt, die spätere Strukturanpassungen unnötig macht (Altenmüller und Furuya 2017).

Ganz offensichtlich haben das intensive Üben am Instrument und die damit einhergehende Spezialisierung aber ihren Preis, denn mit Aufkommen des romantischen Virtuositentums im 19. Jahrhundert, als Ausnahmeerscheinungen wie Paganini und Liszt mit ihrer Kunst die Grenzen der menschlichen Leistungsfähigkeit zu überschreiten schienen, berichteten erstmals Musiker über Koordinationsstörungen und den Verlust der feinmotorischen Kontrolle. Heute werden derartige Störungen der Bewegungen auch als Auswirkungen **maladaptiver Neuroplastizität** aufgefasst, als dysfunktionale Anpassungen des Nervensystems bei übersteigerter Beanspruchung unter ungünstigen Bedingungen.

Phänomenologie der Bewegungsstörungen

Bewegungsstörungen werden von Musiker-Patienten häufig beklagt. In neurologischen Musiker-Sprechstunden macht diese Gruppe zirka 20%–50% der Patienten aus. In Tabelle 1 sind die verschiedenen Bewegungsstörungen, ihre relative Häufigkeit in unserer Sprechstunde und wichtige diagnostische Kriterien und differenzialdiagnostische Erwägungen sowie Behandlungsoptionen dargestellt. Diese Einteilung ist derzeit im Fluss, da wir in den letzten Jahren Hinweise darauf gewonnen haben, dass sich die Bewegungsstörungen in zwei Gruppen aufteilen lassen, nämlich 1.) vorwiegend durch Angst getriggerte und 2.) eher motorisch und durch Überlastung getriggerte Dysfunktionen (Altenmüller et al. 2015).

Phänomenologie der Musikerdystonie

Die häufigste und auch die schwerwiegendste Bewegungsstörung bei Musikern ist die **Musikerdystonie**. Es handelt sich um eine tätigkeitsspezifische Dystonie des Erwachsenenalters. Sie ist durch den Verlust der feinmotorischen Kontrolle von komplexen, räumlich und zeitlich präzisen Bewegungen am Instrument gekennzeichnet. Schmerzen gehören nicht primär zur Symptomatik der Dystonie. Sie können

Störungstyp bei Diagnosestellung	relatives Vorkommen in %.	Diagnostische Kriterien	Differenzialdiagnose	Behandlung
Isolierte Musikerdystonie	52	Persistierender Verlust der feinmotorischen Kontrolle langgeübter Bewegungen ausschließlich am Instrument in einer Körperregion	Dystoner Krampf, Dynamisches Stereotyp Handchirurgische Erkrankungen, Muskelfaserriss bei Bläsern, neurologische Systemerkrankungen	Trihexyphenidyl Lokale Injektion mit Botulinumtoxin Retraining Ergonomische Veränderungen des Instruments
Dystoner Krampf	12	Verlust der Kontrolle auch bei anderen feinmotorischen Fertigkeiten einer Körperregion	Musikerdystonie M. Parkinson, andere neurologische Systemerkrankungen	Trihexyphenidyl Lokale Injektion mit Botulinumtoxin Retraining
Dynamisches Stereotyp	10	Wechselhafte Einschränkung der feinmotorischen Kontrolle beim Musizieren mit „Inseln“ des Wohlbefindens	Musikerdystonie Altersbedingte Feinmotorikminderung	Retraining Trihexyphenidyl
Segmentale und multifokale Dystonie	4	Verlust der feinmotorischen Kontrolle mehrerer benachbarter Körperregionen oder zweier getrennter Körperregionen	Neurologische Systemerkrankungen	Trihexyphenidyl Lokale Injektion mit Botulinumtoxin Retraining
Dystoner Tremor	3	Unwillkürliches Zittern einer Körperregion bei Bewegungen am Instrument	Essentieller Tremor Morbus Parkinson	Trihexyphenidyl, Primidon, Propranolol Lokale Injektion mit Botulinumtoxin
Neurologische Systemerkrankungen	3	Verlust der feinmotorischen Kontrolle oder unwillkürliches Zittern, meist auch außerhalb des Instruments	Segmentale oder Multifokale Dystonie Symptomatische Ursachen	Abhängig von der Diagnose
Altersspezifische Feinmotorikminderung	2	Langsam schleichende Einschränkung der Feinmotorik auch außerhalb des Instruments	Dynamisches Stereotyp Musikerdystonie	Psychotherapie
Andere	14	Biomechanische Einschränkungen, die immer präsent sind und nicht streng aufgabenspezifisch auftreten (Springfinger, Ehlers-Danlos Syndrom, psychologische Ursachen).	Musikerdystonie Dynamisches Stereotyp	Handchirurgische Therapie, Ergonomische Maßnahmen, Psychotherapie

Tabelle 1: Die verschiedenen Bewegungsstörungen bei Musikern, ihr relatives Vorkommen bei der Erstdiagnose in unserer Sprechstunde (n= 650 Patienten), wichtigste diagnostische Kriterien, Differenzialdiagnose und therapeutische Optionen. Zu beachten ist, dass manche einfachen Musikerdystonien sich im weiteren Verlauf zu einem „dystonen Krampf“ ausweiten und dass manches „dynamisches Stereotyp“ sich später zu einer Musikerdystonie entwickelt.

aber als Folge von übermäßiger Muskelanspannung auftreten. In Abbildung 1 sind typische Ausprägungen der Musikerdystonie gezeigt. Die häufigsten Symptome bei fortgeschrittenen Handdystonien sind unwillkürliches Einrollen oder, deutlich seltener, Abstrecken einzelner Finger und/oder abnorme Handgelenkhaltungen. Bei gleichzeitig beobachtetem unwillkürlichem Einrollen *und* Abstrecken einzelner Finger an einer Hand handelt es sich nahezu immer um eine primäre dystone Bewegung der Beuger und um eine sekundäre Kompensation der Strecker, die auf diese Weise versuchen, eine Streckung der dystonen Finger zu erleichtern (siehe Abb.1c, Querflötist). Der umgekehrte Fall, – primäres Abstrecken und kompensatorische Beugung –, ist möglich, aber aufgrund des selteneren Auftretens der Streckdystonie unwahrscheinlich. Hier hilft in erster Linie eine sorgfältige Anamnese um herauszufinden, welche Bewegung primär für den Musiker betroffen war. Diese Unterscheidung ist nicht nur diagnostisch wichtig, sondern hat auch therapeutische Konsequenzen bei der Behandlung mit Botulinumtoxin (s. u.). Gelegentlich können auch kurz dauernde Muskelkontraktionen (**myoklonische Dystonien**) oder unwillkürlicher

Tremor (dystoner Tremor, siehe unten) die Symptomatik dominieren.

Die Betroffenen berichten häufig über ein starkes Spannungsgefühl im Unterarm während des Musizierens. Dies ist durch die zeitgleiche Aktivierung (Kokontraktion) antagonistischer Beuger- und Streckermuskeln bedingt. Nur in unter 5 % der Fälle berichten die Patienten ein Gefühl der Schwäche. Hier kommt es zu einem unwillkürlichen Verlust der muskulären Spannung. Diese Form der Handdystonie kann man als **inhibitorische Dystonie** bezeichnen. Schwieriger ist die Diagnose der Handdystonien in der Frühphase der Erkrankung. Hier berichten die Betroffenen häufig nur über subtile Erschwernisse bei schnellen alternierenden Bewegungen wie z. B. Trillern, über kleine Unregelmäßigkeiten bei Läufen und dem Gefühl des „Klebens“ an einer Taste oder Klappe des Instruments.

Die Ansatzdystonie der Bläser zeigt sich in der Frühphase häufig in subtilen Unzulänglichkeiten der Tongebung, vorwiegend in einem bestimmten Register oder einer Spielart oder in einem klar umschriebenen Dynamikbereich. In fortgeschrittenen Stadien weitet sich die Problematik meist auf den gesamten Tonumfang des Instruments und auf alle Dynamikbereiche aus, die Kontrolle über Ansatz, Artikulation und Atmung ist dann bei keiner Spielart mehr gewährleistet. Zahlreiche der von der fokalen Dystonie betroffenen Berufsmusiker erleiden infolge der Störung erhebliche berufliche Einbußen, aber nur 29 % sind zur Aufgabe ihres Berufes gezwungen (Lee et al. 2015b).



Abbildung 1: Symptome der Dystonie. Fokale Handdystonie bei einem Pianisten (a), bei einer Geigerin (b) und bei einem Flötisten (c). Charakteristisch ist das unwillkürliche Einrollen oder Abspreizen einzelner Finger während des Spiels. Bei dem Flötisten besteht die dystone Bewegung in einem starken Beugetonus des Zeigefingers, weniger des Mittelfingers. Der Kleinfinger streckt sich in einer kompensatorischen Bewegung unwillkürlich, um so eine Elevation von Ring- und Mittelfinger zu erleichtern. Bei der Ansatzdystonie (d) kann man die Verkrampfung der perioralen Muskulatur gut erkennen (aus Altenmüller und Jabusch 2010, mit freundlicher Genehmigung).

Grundsätzlich kann die Musikerdystonie alle Bewegungsabläufe beim Musizieren betreffen. Am häufigsten treten Handdystonien bei Gitarristen und Pianisten auf. Störungen der Ansatzfunktionen finden sich vor allem bei Blechbläsern, seltener bei Holzbläsern. Raritäten sind Dystonien der Oberarmmuskulatur bei Streichinstrumentalisten und Posaunisten und Koordinationsstörungen der

Beinmotorik bei Schlagzeugern und Organisten. Eine verwandte Erkrankung bei Sängerinnen und Sängern ist die **spasmodische Dysphonie**, die durch einen Verlust der feinmotorischen Kontrolle des Stimmapparates beim Singen gekennzeichnet ist (Blitzer 2010). Ist die Dystonie nicht mehr streng auf das Musizieren beschränkt und zeigt sich z. B. auch beim Schreiben, spricht man von einem **dystonen Krampf**. Eine derartige Ausweitung auf andere Tätigkeiten tritt bei 34% der Patienten auf. Bei einem kleinen Prozentsatz (unter 2%) breitet sich die Dystonie aus und betrifft dann z. B. nicht nur die Hand, sondern auch Unter- und Oberarm. Man spricht dann von einer **segmentalen Dystonie**. Entwickelt sich auch eine Dystonie an der zuerst nicht betroffenen Seite spricht man von einer **multifokalen Dystonie**. Die Ausprägung der Symptome kann stark wechseln und es werden bei bis zu 20% der Betroffenen temporäre Teilremissionen beobachtet. Spontan auftretende persistierende Totalremissionen sind allerdings sehr selten.

Eine Rarität sind fixierte Dystonien bei Musikern, bei der die betroffenen Finger in einer unwillkürlichen, abnormen Position fixiert sind, was sich im Verlauf auch außerhalb des Instruments äußern kann (Lee et al. 2013, Abbildung 2). Die Pathophysiologie fixierter Dystonien ist nicht gut verstanden und sie werden meist als Manifestation einer funktionellen Bewegungsstörung aufgefasst (Schrag, 2004).

Die Lebenszeitprävalenz der Musikerdystonie liegt in Deutschland bei ca. 1% der Berufsmusiker. Diese im Vergleich zu anderen Dystonien deutlich größere Häufigkeit (beim Schreibkrampf ca. 1:3000) mag auf einem Schwellenphänomen beruhen. Berufsmusiker stehen unter besonders hohem Leidensdruck und beanspruchen bei subtilen Störungen motorischer Funktionen wahrscheinlich früher ärztliche Hilfe als Betroffene anderer Berufe. Auffällig ist die unterschiedliche Geschlechterverteilung bei der Musikerdystonie: Männer sind mit 81% deutlich überrepräsentiert (Altenmüller und Jabusch 2010). In Tabelle 2 sind die wesentlichen epidemiologischen Fakten zusammengefasst.

Pathophysiologie der Musikerdystonien

Die Pathophysiologie der fokalen Dystonie ist heterogen. Unbestritten ist eine genetische Komponente, die wir in mehreren Studien nachweisen konnten

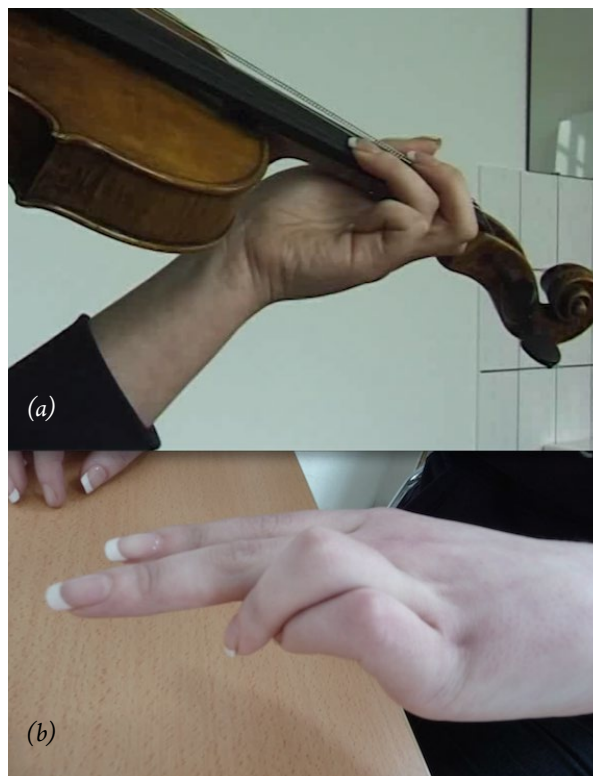


Abbildung 2: Fixierte Dystonie: Geigerin mit fixierter Dystonie der linken Finger IV und V, welche sich im Verlauf auch im Alltag manifestierte. Nach Injektion von Botulinumtoxin kam es innerhalb weniger Stunden zu einer fast vollständigen Remission, was die Hypothese einer funktionellen Genese unterstützt.

(Schmidt et al. 2009). So finden sich in bis zu einem Drittel der betroffenen Patienten auch Dystonien bei Verwandten ersten Grades (Schmidt et al. 2006). In Hinblick auf die Pathophysiologie zeigen die meisten Studien Auffälligkeiten in drei Hauptbereichen: a) reduzierte Inhibition in motorischen Systemen auf kortikaler, subkortikaler und spinaler Ebene b) Veränderung der sensorischen Verarbeitung und c) eingeschränkte sensomotorische Integration. Dabei wird vermutet, dass diese Veränderungen primär durch die oben angesprochene maladaptive Plastizität des Gehirns ausgelöst werden.

Ein **Mangel an Hemmung** (Inhibition) ist ein häufiger Befund in Studien an Patienten, die an verschiedensten Formen der Dystonie leiden (für eine Review siehe Hallett 2004). Feinmotorische Kontrolle benötigt generell eine feine Balance zwischen aktivierenden und hemmenden neuronalen Netzwerken. Sie ist besonders wichtig, um präzise und geschmeidige Handbewegungen auszuführen. Für

Genre	Klassische Musik	95 %
Geschlecht Häufigste Instrumente	Männlich Klavier > Holzblasinstrumente > Gitarre > Blechblasinstrumente > Streicher	81 %
Alter	Beginn der Symptomatik vor dem 40. Lebensjahr	80 %
Psychologische Konstellation	Angststörungen und /oder Perfektionismus	70 %
Berufliche Position	Solisten	51 %
Veränderter somatosensorischer Input	Schmerzsyndrome, Nervenkompression	9 %
Familiäre Häufung	Angehörige ersten Grades betroffen	36 %

Tabelle 2: Risikofaktoren der Musikerdystonie: Epidemiologische Daten aus einer Stichprobe von 144 Patienten mit Musikerdystonien (Jabusch et al. 2005), aus 591 Patienten unserer Ambulanz (Lee et al. 2015b) und aus einer Gruppe von 28 Patientenfamilien (Schmidt et al 2009).

schnelle Fingerbewegungen beim Klavierspielen beispielsweise wird eine hoch selektive und spezifische Aktivierung von Muskeln benötigt, um einzelne Finger in gewünschter Weise zu bewegen und vor allem Bewegungen der nicht beteiligten Finger zu hemmen (Furuya et al. 2015). Patienten, die an einer Dystonie der Hand leiden, zeigten in elektromyographischen Messungen eine verlängerte Aktivität von Muskelsignalen bei gleichzeitiger Kontraktion von antagonistischen Muskelgruppen und Überaktivierung von benachbarten Muskeln (Furuya und Altenmüller 2013). Fehlende Hemmung konnte auf verschiedenen Ebenen des Nervensystems gefunden werden. Auf spinaler Ebene führt ein derartiges Defizit zu einer herabgesetzten reziproken Inhibition der antagonistischen Muskelgruppen, was die häufig zu beobachtende Kontraktion beispielsweise von Handgelenksflexoren und -streckern befördert. Das wiederum löst Gefühle von Verspannung und Steifigkeit aus und führt häufig zu abnormalen Stellungen der Hand mit z. B. einer überwiegenden Beugung des Handgelenkes aufgrund der relativen Stärke der Beugemuskeln. Abnormale Inhibition konnte ebenfalls mit Hilfe von transkranieller Magnetstimulation auf kortikaler Ebene nachgewiesen werden (Sommer et al. 2002). Interessanterweise zeigt sich hier meist, dass beide Hirnhälften betroffen sind, obwohl z. B. nur eine Hand die dystonen Bewegungsmuster aufweist. Dies lässt ein generalisiertes Inhibitionsdefizit vermuten. Schließlich konnte eine fehlende Hemmung bei komplexeren Aufgaben, wie zum Beispiel der Vorbereitung einer Handbewegung vor einer Tonleiterübung und der plötzlichen Hemmung einer Bewegung nach einem StopSignal bei Pianisten gezeigt werden (HerrojoRuiz et al. 2009). Die

allgegenwärtige Demonstration von unzulänglicher Hemmung deutet auf eine gemeinsame zugrundeliegende genetische Ursache hin (Schmidt et al. 2009). Allerdings muss betont werden, dass keiner dieser elektrophysiologischen Effekte eine Diagnose auf individueller Ebene erlaubt, da die Variabilität der neurophysiologischen Messwerte bereits bei gesunden Musikern und eben auch bei Musikern mit fokaler Dystonie enorm hoch ist.

Veränderte sensorische Wahrnehmung kann ebenfalls ein Zeichen einer maladaptiven Plastizität des Gehirns sein. In mehreren Studien konnte gezeigt werden, dass die Fähigkeit, zwei Stimuli zeitlich und räumlich zu unterscheiden, bei Patienten, die an Musikerdystonie leiden, eingeschränkt ist (z. B. Sadnicka et al. 2017). Dies ist unabhängig davon, ob die Sinneswahrnehmung über die Fingerspitzen (Dystonie der Hand) oder durch die Lippen (oromandibuläre Dystonie) erfolgt. Ein derartiges Verhaltensdefizit spiegelt sich in der kortikalen somatosensorischen Repräsentation der Finger und Lippen wider. Mit Hilfe verschiedener funktioneller Bildgebungsverfahren konnte gezeigt werden, dass sich im Bereich des somatosensorischen Kortex die rezeptiven Felder einzelner Finger bei Patienten mit Musikerdystonie stärker überlappen als bei gesunden Probanden (Elbert et al. 1998). Gleichermaßen kann die kortikale Repräsentation der Lippen bei Patienten mit oromandibulärer Dystonie verändert sein (Haslinger et al. 2010). Andere Auffälligkeiten sind erhöhte Schwellenwerte bei der Unterscheidung zweier zeitlich kurz aufeinander folgender Reize, ein Marker für eine Fehlfunktion der Basalganglien (Termsarasab et al.

2015). Da bei gesunden Musikern ein Anstieg der Größe der Fingerrepräsentationen als adaptive plastische Anpassung an die Anforderungen und individuellen Erfahrungen gedeutet wird (Elbert et al. 1995), kann spekuliert werden, dass diese Veränderungen bei Musikern, welche an Dystonie leiden, über ihr Ziel hinauschießen. Der Vorteil der adaptiven Neuroplastizität würde damit in den Nachteil der maladaptiven Plastizität verkehrt (Rosenkranz et al. 2005). An dieser Stelle mag es lohnenswert sein, sich ins Gedächtnis zu rufen, dass lokaler Schmerz und verstärkter sensorischer Input aufgrund eines Nervenkompressionssyndroms, eines Traumas oder der Überbeanspruchung eines Muskels als auslösende Faktoren für eine Dystonie beschrieben wurden. Interessanterweise gibt es Parallelen bezüglich der abnormalen kortikalen Verarbeitung von sensorischen Informationen und der kortikalen Reorganisation zwischen Patienten mit chronischen Schmerzen und Patienten mit fokaler Dystonie. Ein Tiermodell der fokalen Dystonie in übertrainierten Affen unterstützt diese Beobachtung: repetitive Bewegungen riefen beide Symptome hervor – Schmerzsyndrome sowie auch dystone Bewegungen. Die Kartierung von neuronalen rezeptiven Feldern zeigte eine verzerrte kortikale somatosensorische Repräsentation (Byl et al. 1996), was vermuten lässt, dass übermäßiges Training und übungsinduzierte Veränderungen der kortikalen Verarbeitung in der Pathologie der fokalen Dystonie der Hand eine Rolle spielen.

Eingeschränkte **sensorimotorische Integration** spielt ebenfalls eine Rolle in der Pathophysiologie der Musikersdystonie. Am besten wird dies durch den sensorischen Trick veranschaulicht: einige Musiker, welche an einer Dystonie leiden, zeigen eine deutliche Verbesserung ihrer feinmotorischen Kontrolle, wenn sie zum Musizieren Latexhandschuhe anziehen oder ein Objekt zwischen den Fingern halten (zum Beispiel einen Radiergummi) und somit den somatosensorischen Input verändern. Experimentell führten vibrierende Stimuli zu einer Verschlechterung der Musikersdystonie. In einer Studie, in der transkranielle magnetische Stimulation in Verbindung mit Muskelvibration angewandt wurde, verringerten sich motorisch evozierte Potentiale in agonistischen Muskeln und verstärkten sich in antagonistischen (Rosenkranz et al. 2002). Diese Ergebnisse lassen erneut eine veränderte zentrale Integration von sensorischen Reizen bei der Musikersdystonie vermuten,

was möglicherweise auf eine fehlerhafte Einbindung des propriozeptiven Inputs in die entsprechenden motorischen Programme zurückzuführen ist. Eine Umkehrung dieses Effektes der sensorimotorischen Desintegration ist der Ansatz einiger Retraining Verfahren und spielt sicher auch beim Phänomen des „sensorischen Tricks“, einer meist nur vorübergehenden Verbesserung der motorischen Kontrolle bei Veränderung des somatosensorischen Inputs, eine Rolle. So kann sensorisches Retraining in Form einer taktilen Diskriminationsübung eine Verbesserung der motorischen Symptome hervorrufen, was nahelegt, dass die oben genannten sensorischen Auffälligkeiten die motorischen Funktionsstörungen mit verursachen. Interessanterweise ist bei Musikern mit Dystonie eine positive Reaktion auf den sensorischen Trick mit einem besseren Retrainingserfolg verbunden (Paulig et al. 2014).

Mit modernen Konnektivitätsmessungen konnte in den letzten Jahren gezeigt werden, dass die Musikersdystonie auch mit einer Veränderung weit verzweigter neuronaler Netzwerke einhergeht. So zeigen Patienten mit Musikersdystonie veränderte Netzwerkfunktionen, die durch eine Störung der Interaktion zwischen Basalganglien und Cerebellum, Störungen des Informationsaustausches im prämotorischen Kortex sowie durch eine Abnahme an Konnektivität innerhalb der sensorimotorischen und frontoparietalen Bereiche charakterisiert sind (z. B. Strübing et al. 2012; Battistella et al. 2015). Somit verkörpert die Musikersdystonie wahrscheinlich eine Funktionsstörung von weit spannenden funktionellen Netzwerken. Jedoch muss die spezifische Bedeutung dieser Netzwerke und deren interindividuellen Variabilität erst noch aufgeklärt werden.

Triggerfaktoren der Musikersdystonie

Neben einer genetisch bedingten Veranlagung mit den oben dargestellten pathophysiologischen Veränderungen scheinen endogene und exogene Faktoren wichtige Trigger zu sein. Wesentliche Trigger sind einerseits sensorimotorische Überlastung, sogenannter „Overuse“ und Schmerz, andererseits prämorbid psychologische Faktoren, vor allem Angstbereitschaft und seelische oder körperliche Traumatisierung. Dies hat in den letzten Jahren zu einer differenzialdiagnostischen Unsicherheit geführt, da manche früher als Musikersdystonie diagnostizierten

Bewegungsstörungen jetzt als Angststörungen mit antizipatorischer Bewegungsblockade aufgefasst werden können. In den Sportwissenschaften hat sich für dieses Phänomen der Begriff des „dynamischen Stereotyps“ dafür durchgesetzt, im englischen Sprachraum auch „Choking under Pressure“ (Altenmüller et al. 2015). Derzeit ist die Hypothese, dass bei einigen Patienten ängstlich gefärbter Erwartungsdruck, ungenügende „Coping-Mechanismen“ bei erhöhtem Stress, und möglicherweise ein erhöhter Sympathikotonus zu situativen Verkrampfungen führen, die sich dann unter ungünstigen Bedingungen, z. B. durch Überfokussierung oder traumatische Verarbeitung, im Bewegungsgedächtnis fixieren können (Ioannou et al. 2016). Generell scheinen diese „psychologisch“ getriggerten dysfunktionalen Bewegungsgedächtnisse weniger stark fixiert zu sein und eher einer Therapie zugänglich zu sein als die durch sensomotorische Überlastung getriggerten Fehlbewegungen. Allerdings fehlen noch kontrollierte Studien, die Effekte spezifischer Therapien beider Gruppen von Bewegungsstörungen gezielt vergleichen.

Hinsichtlich der sensomotorischen Triggerfaktoren sind hohe Präzision, Komplexität und Geschwindigkeit des erforderlichen Bewegungsablaufes für die Auslösung einer Musikerdystonie typisch. Aus diesem Grund betrifft beispielsweise die Dystonie bei hohen Streichern häufiger die linke Hand, da hier sehr hohe zeitlich räumliche Präzision gefordert wird, während die linke Hand von Kontrabassisten nur sehr selten erkrankt. Chronische Überbelastung scheint ebenfalls ein Triggerfaktor zu sein. So fördern andere feinmotorische Belastungen, etwa langes Schreiben oder Geschicklichkeitsspiele (Computertastatur), eine Musikerdystonie (Baur et al. 2011). Chronische myofasziale oder neuropathische Schmerzen können als weitere Risikofaktoren für die Entwicklung einer fokalen Dystonie angesehen werden. Die sporadische Entwicklung symptomatischer (sekundärer) fokaler Dystonien nach peripheren Nervenläsionen und muskulären Traumata ist ebenfalls gut belegt

und pathophysiologisch oben begründet. Dystonien nach schmerzhaften Überlastungs-verletzungen betrafen immerhin 9 % aus einer Stichprobe von 144 betroffenen Musikern, welche sich bei uns vorstellten (Jabusch et al. 2005). Grundsätzlich sind Musiker, die nach dem Alter von 11 Jahren mit dem Instrumentalspiel beginnen, deutlich anfälliger für die Entwicklung einer Dystonie (Schmidt et al. 2013). Neurobiologisch wird dies mit „Metaplastizität“ begründet. Man geht davon aus, dass die im frühen Kindesalter erstellten Nervenzellnetzwerke für Feinmotorik und auditiv-sensomotorische Integration effizienter und stabiler und weniger störanfällig sind, als später entstandene (Altenmüller und Furuya 2017).

Das Zusammenwirken von endogenen und exogenen Faktoren bei der Entstehung der Musikerdystonie wird in Abbildung 3 dargestellt. Dabei haben wir das Geschehen als dynamisches Flussdiagramm dargestellt, wobei auch gezeigt wird, dass es eine Grauzone zwischen Musikerdystonie und dynamischem Stereotyp gibt.

Diagnostik und Differenzialdiagnose der Musikerdystonie

Die Diagnose einer Musikerdystonie wird durch eine sorgfältige Anamnese und klinische Untersuchung gestellt. Grundsätzlich setzt die Diagnosesstellung

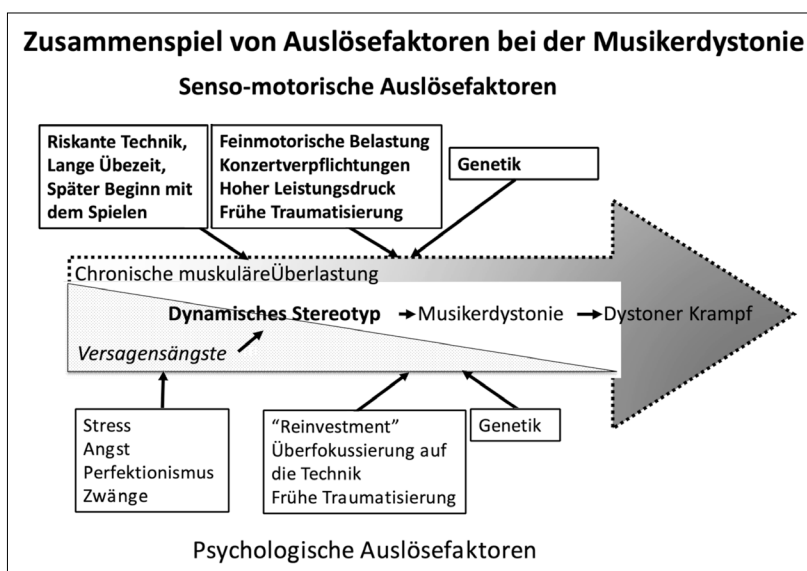


Abbildung 3: Schematische Darstellung des Zusammenspiels zwischen intrinsischen und extrinsischen Faktoren, die zur Auslösung einer Musikerdystonie beitragen können (verändert nach Altenmüller und Furuya 2017, mit freundlicher Genehmigung).

der Musikerdystonie immer eine Untersuchung am jeweiligen Musikinstrument voraus. Ein vollständiger neurologischer Befund muss immer mit erhoben werden, um eine dystone Störung als Frühsymptom anderer neurologischer Erkrankungen auszuschließen. Auch die Erhebung des psychiatrischen Status ist notwendig, um Hinweise auf frühe Traumatisierungen oder reine psychogene Dystonien zu erkennen. Schließlich sollten bei Handdystonien immer auch die biomechanischen Handfunktionen untersucht werden, um biomechanische Hemmnisse und Risikofaktoren zu erfassen. Die neurophysiologische Diagnostik mit Messung von Nervenleitwerten und Elektromyogramm ist bei der aufgabenspezifischen Dystonie nicht ergiebig. Eine weiterführende apparative Diagnostik ist nicht notwendig, wenn folgende Kriterien erfüllt sind:

1. Die Musikerdystonie tritt ausschließlich aufgabenspezifisch bei sonst ungestörten Handfunktionen auf (z. B. nur beim Klavierspiel).
2. Der neurologische, psychiatrische und biomechanische Befund ist sonst unauffällig.
3. In der Anamnese ergeben sich keine Hinweise auf eine symptomatische Ursache (z. B. komplexes regionales Schmerzsyndrom, Einnahme bestimmter Medikamente etc.).

Weitere wegweisende diagnostische Hinweise entstehen durch Einbeziehung des „Sensory-Trick“-Phänomens: Gelegentlich verspüren Musiker mit Handdystonien beim Spiel mit einem Latexhandschuh eine deutliche Verbesserung des subjektiven Spannungsgefühls. Dies konnten wir bei 20% der betroffenen Pianisten auch in Bewegungsmessungen objektivieren (Paulig et al. 2014). Typischerweise berichten die Musiker auch über eine Verbesserung der Dystonie in Konzertsituationen, was die Abgrenzung von Verspannungen oder Bogenzittern auf Grund von Aufführungsangst erleichtert.

Differenzialdiagnostisch müssen handchirurgische Erkrankungen ausgeschlossen werden. **Ringbandstenosen** der Fingerbeuger können ein Streckdefizit verursachen, das sich ähnlich wie eine Dystonie auswirkt, aber nicht aufgabenspezifisch ist. Bei der körperlichen Untersuchung lassen sich die biomechanisch bedingte Streckhemmung und

der Druckschmerz über dem verengten Ringband leicht feststellen. In seltenen Fällen können andere Basalganglienerkrankungen eine Musikerdystonie imitieren. So kann bei einem beginnenden hypokinetischen **Parkinson-Syndrom** eine Dystonie-ähnliche Störung schneller repetitiver Fingerbewegungen am Instrument im Vordergrund stehen. Auch bei **Chorea Huntington** wurde von uns in zwei Fällen eine Musikerdystonie als Erstsymptom beobachtet. In einem Fall wurde eine Dystonie-ähnliche Symptomatik in der Bogenhand einer Cellistin durch ein höher malignes Thalamusgliom ausgelöst. Ein **Morbus Wilson** sowie seltene, auch die Basalganglien betreffende Erkrankungen wie z. B. die **Akanthozytose**, gelten zwar ebenfalls als Differenzialdiagnosen, allerdings ist uns bislang kein einziger Fall einer durch diese Störungen verursachten isolierten Musikerdystonie bekannt geworden.

Differenzialdiagnostisch muss bedacht werden, dass myofasziale und neuropathische **Schmerzen** bei Musikern häufig auch eine Erschwerung von Bewegungsabläufen mit sich bringen und dass bei etwa 9% der Dystoniepatienten vor der Manifestierung der Dystonie chronische Schmerzen in der betroffenen Körperregion bestanden.

Bei Bläsern sind wichtige Differenzialdiagnosen **Überlastungsverletzungen** und Muskelfaserrisse des M. orbicularis oris. Sie sind durch einen akuten Beginn bei starker Belastung mit Schmerzen und nachfolgender schwerwiegender Spielstörung charakterisiert. Im Gegensatz zur Dystonie ist die Prognose dieser muskulär bedingten Spielstörungen besser. Auch **psychische Erkrankungen** können manchmal mit Schilderungen seitens des Patienten einhergehen, die mitunter den Verdacht auf eine Dystonie lenken. So klagen vor allem ältere an Depressionen erkrankte Musiker nicht selten über einen Geschwindigkeitsverlust und über vermeintliche Einbußen der feinmotorischen Kontrolle, die objektiv mit dem natürlichen Alterungsprozess und den damit verbundenen nachlassenden feinmotorischen Fertigkeiten in Zusammenhang zu bringen sind.

Eine schwierige Differenzialdiagnose ist die Abgrenzung zum oben ausführlich dargestellten eher angst- und verspannungsdominierten „**dynamischen Stereotyp**“ (Altenmüller et al. 2015). Ein Charakteristikum ist hier im Gegensatz zur Musikerdystonie

das regelmäßige Auftreten von „Inseln“ mit tageweiser Symptomfreiheit! Die Prognose ist günstiger als bei der Musikerdystonie, allerdings kann sich, wie im Schema dargestellt, aus dem dynamischen Stereotyp auch eine Dystonie entwickeln.

Als besondere Variante der Handdystonie wird der fokale oder **dystone Tremor** aufgefasst. Dabei kommt es beim Instrumentalspiel zu einem auf wenige Muskelgruppen beschränkten mittelfrequenten Aktionstremor, gelegentlich auch zu Haltetremor um 6–7 Hz, der häufig irreguläre Amplituden aufweist (Lee et al 2014). In Ruhe ist kein Tremor nachweisbar. Der häufigste derartige Tremor ist der **primäre Bogentremor**. Charakteristisch ist ein aufgabenspezifischer, unilateraler Tremor des rechten Arms beim Spiel eines Streichinstruments, der mit einer Koaktivierung antagonistischer Muskelgruppen des rechten Ober- und Unterarms einhergeht (Lee et al. 2014). Differenzialdiagnostisch muss dieser Tremor vom affektiv ausgelösten Tremor bei Aufführungsangst abgegrenzt werden. Hier ist der wichtigste Unterschied, dass der primäre Bogentremor *unabhängig* von einer auslösenden Situation (z. B. Konzert, Probe-spiel) auftritt. Ein weiteres Unterscheidungskriterium ist die Tremorfrequenz: Der primäre Bogentremor hat, wie der Dystone Tremor, eine Frequenz von ca. 6 Hz, während der Tremor durch Aufführungsangst als verstärkter physiologischer Tremor eine Frequenz von 8-12 Hz hat (Lee et al. 2015b). Eine weitere Differenzialdiagnose ist der essenzielle Tremor. Hier sind das Auftreten des Tremors unabhängig vom Instrumentalspiel und eine meistens bilaterale Manifestation die wichtigsten Unterscheidungskriterien. Für die Musikerinnen und Musiker häufig beängstigend ist die Differenzialdiagnose eines Parkinson Syndroms. Hier sind der fehlende Ruhetremor, die Aufgabenspezifität, die höhere Frequenz und ein Auftreten meist vor dem 50. Lebensjahr beim primären Bogentremor die wichtigsten Unterschiede.

Behandlung der Musikerdystonie

Noch vor zwei Jahrzehnten war die Diagnose einer „fokalen Dystonie“ für die meisten Betroffenen ein beruflicher und emotionaler Vernichtungsschlag! Das hat sich seither grundlegend gewandelt und wir können gute Therapien anbieten, die vielen Betroffenen die berufliche Existenz sichern und Musizieren auf höchstem Niveau ermöglichen! Etwa

10 % der Patienten gelingt es sogar, die Dystonie ganz zu besiegen und durch die Erfahrung mit der Bewegungsstörung ein reicheres Leben zu führen (Lee et al. 2013). Grundsätzliches Ziel der Therapie ist es, die im Bewegungsgedächtnis verankerten dystonen Bewegungsmuster zu verlernen, unwillkürliche Muskelanspannungen abzubauen und durch funktionell günstige Bewegungen zu ersetzen, die auch in schnellem Tempo mit Leichtigkeit funktionierende Bewegungen ermöglichen. Pragmatisch können jedoch häufig auch ergonomische Hilfen oder eine Veränderung des Repertoires mit weniger anspruchsvollen Werken bereits eine sehr befriedigende Lösung darstellen. Auf musikermedizinisch-musikpädagogischer Seite stehen Retrainingverfahren zur Verfügung. Als schulmedizinische Therapie können die Medikamente Trihexyphenidyl und Clonazepam und die Schwächung der verkrampfenden Muskelfaszikel mit Botulinumtoxin angewendet werden (Altenmüller und Jabusch 2009). Derzeit sind auch elektrophysiologische Stimulationsverfahren mit transkranieller Gleichstromstimulation in der Erprobung, ohne dass abschließend ein Urteil über Effizienz und Nachhaltigkeit dieser Methoden möglich ist (Furuya et al. 2013). Das dynamische Stereotyp reagiert mitunter exzellent auf Antidepressiva, z. B. hochselektive Serotonin-Wiederaufnahme Hemmer, wobei wir Escitalopram bevorzugen. Im Folgenden sollen die Grundzüge der Therapie dargestellt werden:

Ergonomische Veränderungen

Ergonomische Veränderungen am Instrument können als symptomatische Therapie sehr segensreich sein. In den Abbildungen 4a und 4b sind zwei Beispiele aufgezeigt: Optimierte Stützen helfen, um übermäßige Spannungen in der Hand zu verringern. Sie können so die Symptomatik insgesamt lindern. Das Decken oder die Verlängerung von Klappen bei Holzblasinstrumenten oder sogar die Übernahme einer Klappe aus der linken in die rechte Hand kann sehr hilfreich sein. Durch das Decken der Klappe muss der Finger nicht mehr genau das Tonloch treffen und kann z. B. bei einer unwillkürlichen Krümmung immer noch das Loch präzise schließen. An derartige ergonomische Lösungen sollte daher immer gedacht werden. Auch Fingerschienen können in manchen Fällen die unwillkürliche Flexion der betroffenen Finger reduzieren und so das Instrumentalspiel erleichtern.

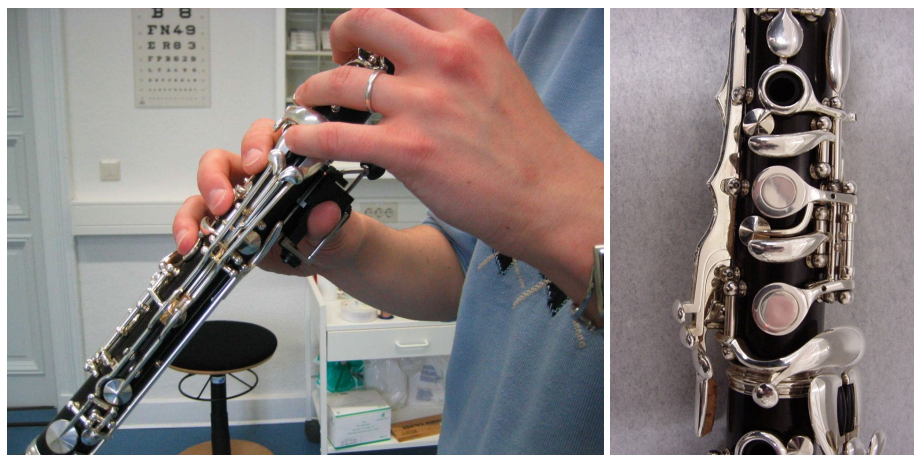


Abbildung 4: Ergonomische Lösungen zur Verbesserung der Spielfähigkeit bei Dystonie. Entlastung von Haltearbeit durch optimierte Stütze (Abb. 4a) und größere Fehlertoleranz bei sich unwillkürlich einziehenden Fingern durch Veränderungen der Klappen (Abb. 4b). Die abgedeckten Klappen sind normalerweise offen und benötigen eine genaue Platzierung des Fingers.

Retraining Verfahren

Zur Behandlung der Musikerdystonien sind in den letzten Jahren verschiedene, auf Retrainingprinzipien basierende Therapieformen entwickelt worden, wie etwa das „Sensomotorische Retuning“ von der Arbeitsgruppe um Thomas Elbert in Konstanz. Bei diesem Ansatz werden die kompensatorischen Bewegungen durch Schienung unterdrückt und die dystonen Finger spezifischen Übungsverfahren unterzogen. Das Verfahren wird derzeit ausschließlich in Spanien angeboten (Rosett y Llobet et al. 2018). Ein vom Pianisten und Klavierpädagogen Laurent Boulet in Berlin entwickeltes Rehabilitationsprogramm beruht auf der Beobachtung, dass dystone Bewegungen vermieden werden können, wenn die Kraft und die Geschwindigkeit einer Bewegung eine kritische Grenze nicht überschreiten. Durch Bewegungsübungen in sehr langsamem Tempo und mit wenig Krafteinsatz kann auf Dauer diese kritische Grenze in eine günstige Richtung verschoben werden. Diese über mehrere Jahre verlaufende Therapie setzt eine gute Mitarbeit und viel Geduld bei den Patienten voraus (van Vugt et al. 2014). Auch Lehrer der Dispokinese-Methode können gute Erfolge im Retraining vorweisen. Bei der Behandlung der Ansatzdystonie konnte durch technische Übungen, Ansatzumstellung und vermehrte Betonung der Atemführung in weniger stark ausgeprägten Fällen eine Besserung erzielt werden (Steinmetz et al. 2013).

Trihexyphenidyl und andere Pharmaka

Von den infrage kommenden medikamentösen Therapien ist das anticholinerg wirkende Medikament Trihexyphenidyl (Parkopan®, Artane®) am effektivsten. Es wurde ursprünglich zur Behandlung der Parkinsonkrankheit entwickelt und wirkt auf die Bewegungszentren der Basalganglien. Dort erleichtert es das Neulernen, vermutlich durch Beeinflussung

des Handlungsgedächtnisses. Es kann als Einzeltherapie oder in Kombination mit Botulinumtoxin bzw. im Zusammenhang mit Retrainingverfahren eingesetzt werden. Wichtig ist ein einschleichender Behandlungsbeginn. Nach anfänglicher täglicher Dosierung von 1 mg zur Nacht erfolgt üblicherweise innerhalb von drei Wochen die allmähliche Steigerung bis zur Nebenwirkungsgrenze bei in der Regel 6–12 mg/Tag. In vielen Fällen kann allerdings Trihexyphenidyl aufgrund von Nebenwirkungen (Müdigkeit, Schwindel, Stimmungs labilität, Gedächtnisstörungen, Mundtrockenheit, Verstopfung, Harnverhalt, Potenzschwierigkeiten) nicht ausreichend hoch dosiert werden. Eine langfristige Besserung mit dem Medikament wird von einem Drittel der Betroffenen berichtet. Die Kombinationstherapie mit Botulinumtoxin hat in Einzelfällen die Therapieergebnisse verbessert (Altenmüller und Jabusch 2010). Vor allem bei segmentalen Dystonien haben wir gute Erfahrungen mit niedrig dosiertem Clonazepam (Rivotril®) gemacht. Die Dosierung sollte ebenfalls langsam eingeschlichen werden und 4 mg Tagesdosis nicht überschreiten. Müdigkeit und Muskelschwäche können die Anwendung begrenzen, der Entwicklung einer Abhängigkeit sollte durch enge Führung der Patienten, Vermeiden von Dosissteigerungen (Dokumentation der Rezepturen) und gelegentliche Drug-Holidays vorgebeugt werden. In den letzten Jahren haben wir vereinzelt den Einsatz von Cannabinoiden erprobt. Insgesamt waren die Ergebnisse sehr

heterogen. Etwa ein Drittel der betroffenen Musiker profitierten, allerdings waren die Nebenwirkungen, nämlich Müdigkeit, Benommenheit etc. meist so ausgeprägt, dass wir diese Behandlung nicht mehr generell empfehlen (Altenmüller und Lee 2018).

Botulinumtoxin

Die guten Erfahrungen mit lokaler Injektion von Botulinumtoxin A haben diesen Behandlungsweg bei den Handdystonien in den letzten Jahren zunehmend in den Vordergrund gestellt. Als Voraussetzung für die wirksame Behandlung von Musikerkrämpfen müssen primär dystone Bewegungen von sekundär kompensierenden Bewegungen unterschieden werden. Dazu ist es unumgänglich, dass der Bewegungsablauf am Instrument präzise analysiert wird. Eine videografische Aufnahme mit Slow-Motion-Darstellung hat sich bewährt. Häufig können die Patienten auch beschreiben, welcher Bewegungsablauf primär betroffen war. Eine fälschliche Injektion in die kompensierenden Muskeln führt zu einer Verschlechterung der Symptomatik. Da der weitaus größte Teil der Handdystonien Beugedystonien sind, sind Injektionen in die Streckermuskeln selten angebracht (Schuele et al. 2006). Die Führung der Injektion durch Elektromyographie oder eine sonographische Darstellung der Muskeln und der Nadelage sind unseres Erachtens unumgänglich. Bei über der Hälfte der mit Botulinumtoxin behandelten Musikerpatienten ist auch langfristig eine Besserung der Symptomatik zu beobachten. Für die Therapie der Ansatzdystonie ist Botulinumtoxin in der Regel nicht geeignet, allerdings kann in den seltenen Fällen einer übermäßigen Verkrampfung des Musculus masseter die Spielfähigkeit durch Injektionen wieder hergestellt werden (Frucht 2018).

Unspezifische Maßnahmen

Über Wochen bis Monate dauernde Spielpausen oder andere Maßnahmen, wie z. B. Akupunktur, Physiotherapie, Massagen, Elektrotherapie oder Psychotherapie, hatten in der Langzeitbeobachtung keinen Einfluss auf die Ausprägung der Musikerdystonie. Es muss allerdings betont werden, dass die Diagnose einer fokalen Dystonie für Musiker mit einem erheblichen Leidensdruck verbunden ist. Daher kann in Einzelfällen Psychotherapie als Krisenintervention notwendig sein. Auch wenn diese nicht direkt zu einer

Besserung der Symptomatik führt, kann sie unter Umständen die Voraussetzung für einen optimalen Therapieeffekt anderer Behandlungen schaffen (Altenmüller et al. 2015).

Allgemein ist die Behandlung der Musikerdystonie schwierig und sollte spezialisierten Neurologen und Therapeuten vorbehalten bleiben. Für jeden Patienten muss ein individueller Therapieplan ausgearbeitet werden, der sich nach der Ausprägung und dem Schweregrad der Erkrankung, der beruflichen Tätigkeit, der Lebenssituation und nach den Erwartungen des Patienten richtet. Ergonomische Maßnahmen, Anticholinergika und eine Injektionstherapie mit Botulinumtoxin können eine rasche Linderung bewirken, wobei die Injektionen etwa vierteljährlich wiederholt werden müssen. Retraining benötigt ein jahrelanges Engagement von Seiten der Patienten. Da komplette Heilungen sehr selten sind, raten wir Patienten unter 30 Jahren grundsätzlich zu einer breiteren beruflichen Orientierung und zum Aufbau eines zweiten Standbeins außerhalb des Instrumentalspiels (Altenmüller und Jabusch 2010).

Obwohl dank der aktuell verfügbaren therapeutischen Ansätze bei einem Großteil der Patienten mit Musikerdystonien mittelfristig eine Besserung der Symptomatik zu beobachten ist, sind die Möglichkeiten zur Behandlung bis heute noch nicht zufriedenstellend. In verschiedenen Follow-up-Studien hat nach Zeiträumen von acht bis zehn Jahren etwa ein Drittel der betroffenen Musiker den Beruf gewechselt. Häufig werden pädagogische Aufgaben oder auch ein Wechsel zu einem anderen Instrument als Lösung gewählt. Die Entwicklung von gezielten Vorbeugemaßnahmen und von neuen Behandlungsverfahren ist daher dringend erforderlich, besonders für die bislang nur unzureichend therapierbaren Ansatzdystonien bei Blasinstrumentalisten. Einige neue Therapieansätze sind derzeit in Erprobung. Dies betrifft auch die von uns derzeit erprobte transkranielle Gleichstromstimulation mit bihemisphärischer Elektrodenplatzierung und Hemmung der sensorischen Areale der „dystonen“ Hemisphäre, bei gleichzeitiger Aktivierung der kontralateralen Hemisphäre. Besonderheit des von uns entwickelten Verfahrens ist, dass während der Stimulation schnelle und präzise spiegelbildliche Bewegungen mit den Fingern durchgeführt werden. Nach initial sehr guten, aber nicht nachhaltigen Ergebnissen ist die Methode

noch als experimentell einzustufen und muss an größeren Patientenzahlen hinsichtlich ihrer Nachhaltigkeit evaluiert werden (Furuya et al. 2013). Weiterhin ist es notwendig, allgemeine Richtlinien für Retraining-Therapien zu formulieren und in der Praxis zu überprüfen. Eine solche Identifizierung eines „günstigen“ Verhaltens am Instrument ist besonders auch im Hinblick auf die Prävention der Musikerdystonie wünschenswert. Entscheidend für die Prävention sind vernünftige Übegewohnheiten mit vielen Pausen (spätestens nach ca. 45 Minuten), variable Übeweisen, um langes Üben von repetitiven, einseitigen Bewegungen zu vermeiden, sowie optimierte Ergonomie und ein spielerischer, angstfreier Zugang zum Instrument. Ziel sollte es dabei sein, den Instrumentalschülerinnen und Instrumentalschülern ein Bewusstsein für diese Maßnahmen gezielt bereits zu Beginn der musikalischen Ausbildung zu vermitteln (Altenmüller und Jabusch 2017).

Bei der Musikerdystonie sollten aber auch die gesellschaftlichen Dimensionen nicht ausgeblendet werden. Die Entstehung dieser Erkrankung im 19. Jahrhundert, in einer Zeit, in der Spezialisierung und Professionalisierung, Perfektion, Geschwindigkeit und artistische Höchstleistung als wesentliche ästhetische Kategorien in die musikalische Praxis Einzug gehalten haben, weist einen weiteren Weg in die Richtung der Prävention: Abkehr vom toten Perfektionismus und Hinwendung zum eigentlichen Inhalt der Musik, zur Kommunikation von Emotionen.

Fazit für die Praxis

Musikerdystonien sind durch den Verlust der feinmotorischen Kontrolle langgeübter Bewegungen am Musikinstrument gekennzeichnet. Die Diagnose wird klinisch durch einen in der Diagnostik von Bewegungsstörungen geschulten Neurologen gestellt und muss eine Untersuchung am Instrument einschließen. Differenzialdiagnostisch müssen handchirurgische Erkrankungen, neurologische Systemerkrankungen und altersbedingter Abbau feinmotorischer Fertigkeiten bedacht werden. Therapeutisch kommen Anticholinergika, Retraining und bei Handdystonien lokale Injektionen von Botulinumtoxin in Betracht.

Literatur

- 1 Altenmüller E, Furuya S (2017): Apollos Fluch und Segen: Musizieren als Neuroplastizitätsmotor. *Neuroforum* 23: 76–95
- 2 Altenmüller E, Ioannou C (2018): Aetiological Concepts of Musician's Dystonia. In: D. Dressler, E. Altenmüller, J. Kraus (eds.): *Treatment of Dystonia*, Cambridge University Press, Cambridge: 210–216
- 3 Altenmüller E, Jabusch HC (2010): Focal dystonia in musicians: phenomenology, pathophysiology and triggering factors, and treatment. *Med Probl Perform Art*: 25: 3–9
- 4 Altenmüller E, Jabusch HC (2016): Zur Hirnphysiologie des Übens: Ein Update. *Musikphysiologie und Musikermedizin* 23: 51 – 65
- 5 Altenmüller E, Lee A (2018): Cannabinoids in Dystonia. In: D. Dressler, E. Altenmüller, J. Kraus (eds.): *Treatment of Dystonia*, Cambridge University Press, Cambridge: 421–423
- 6 Altenmüller E., Ioannou CI, Lee A (2015): Apollo's curse: neurological causes of motor impairments in musicians. *Prog Brain Res*. 217: 89–106
- 7 Battistella G, Termsarasab P, Ramdhani RA, Fuertinger S, Simonyan K. (2015): Isolated Focal Dystonia as a Disorder of Large-Scale Functional Networks. *Cerebral Cortex* 26: 1–13
- 8 Baur V, Jabusch HC, Altenmüller E (2011): Behavioral factors influence the phenotype of musician's dystonia. *Mov. Disord*. 26: 1780–1781
- 9 Blitzer A (2010): Spasmodic dysphonia and botulinum toxin: experience from the largest treatment series. *Eur J Neurol* 17 Suppl 1: 28–30
- 10 Byl NN, Merzenich MM, Jenkins WM (1996): A primate genesis model of focal dystonia and repetitive strain injury: I. Learning-induced dedifferentiation of the representation of the hand in the primary somatosensory cortex in adult monkeys. *Neurology*, 47: 508–520
- 11 Elbert T, Pantev C, Wienbruch C, Rockstroh B, Taub E (1995): Increased cortical representation of the fingers of the left hand in string players. *Science*, 270 (5234): 305–307
- 12 Elbert T, Candia V, Altenmüller E, Rau H, Rockstroh B, Pantev C, Taub E (1998): Alteration of digital representations in somatosensory cortex in focal hand dystonia. *NeuroReport* 16: 3571–3575
- 13 Ericsson KA, Krampe RT, Tesch-Römer C (1993): The role of deliberate practice in the acquisition of expert performance. *Psychol Rev*, 100: 363–406
- 14 Frucht S (2018): Phenomenology of Musician's Dystonia. In: D. Dressler, E. Altenmüller, J. Kraus (eds.): *Treatment of Dystonia*, Cambridge University Press, Cambridge: 195–201

- 15 Furuya S, Altenmüller E (2013): Finger-specific loss of independent control of movements in musicians with focal dystonia. *Neuroscience*, 247: 152–163
- 16 Furuya S, Nitsche MA, Paulus W, Altenmüller E (2014): Surmounting retraining limits in musicians' dystonia by transcranial stimulation. *Annals of Neurology*, 75: 700–707
- 17 Furuya S, Oku T, Miyazaki F, Kinoshita H (2015): Secrets of virtuoso: neuromuscular attributes of motor virtuosity in expert musicians. *Sci Rep* 5, 15750 doi: 10.1038/srep15750
- 18 Hallett M (2004): Dystonia: abnormal movements result from loss of inhibition. *Adv. Neurol.* 94: 1–7
- 19 Haslinger B, Altenmüller E, Castrop F, Zimmer C, Dresel C (2010): Sensorimotor overactivity as a pathophysiological trait of embouchure dystonia. *Neurology* 74: 1790–1797
- 20 Herrojo-Ruiz M, Senghaas P, Grossbach M, Jabusch HC, Bangert M, Hummel F, Gerloff C, Altenmüller E (2009): Defective inhibition and inter-regional phase synchronization in pianists with musician's dystonia (MD): an EEG study. *Human Brain Mapping* 30: 2689–2700
- 21 Ioannou CI, Furuya S, Altenmüller E (2016): The impact of stress on motor performance in skilled musicians suffering from focal dystonia: Physiological and psychological characteristics. *Neuropsychologia* 85: 226–36
- 22 Jabusch HC, Zschucke D, Schmidt A, Schuele S, Altenmüller E (2005): Focal dystonia in musicians: treatment strategies and long-term outcome in 144 patients. *Mov Disord* 20: 1623–1626
- 23 Lee A, Jahnke AK, Altenmüller E (2013): Fixed dystonia of the left hand in a violinist: a rare functional disorder. *Tremor Other Hyperkinet Mov Dis*, 3, doi:pii: tre-03–184–4272–1. (2013)
- 24 Lee A, Tominaga K, Furuya S, Miyazaki F, Altenmüller E (2014): Coherence of coactivation and acceleration in task-specific primary bowing tremor. *J Neural Transm (Vienna)* 121: 739–742
- 25 Lee A, Eich C, Ioannou CI, Altenmüller E (2015a): Life satisfaction of musicians with focal dystonia. *Occup Med (Lond)* 65: 380–385
- 26 Lee A, Tominaga K, Furuya S, Miyazaki F, Altenmüller E (2015b): Electrophysiological characteristics of task-specific tremor in 22 instrumentalists. *J Neural Transm (Vienna)* 122: 393–401
- 27 Paulig J, Jabusch HC, Großbach M, Boulet L, Altenmüller E (2014): Sensory trick phenomenon improves motor control in pianists with dystonia: Prognostic value of glove-effect. *Front. Psychol.* 5, 1012. Doi: 10.3389/fpsyg.2014.01012
- 28 Rosenkranz K, Williamon A, Butler K, Cordivari C, Lees AJ, Rothwell JC (2005): Pathophysiological differences between musician's dystonia and writer's cramp. *Brain*, 128, 918–931
- 29 Rosset-Llobet J, Fabregas-Molas (2018): Rehabilitation and Plasticity of Task-Specific Focal Dystonia: In: D. Dressler, E. Altenmüller, J. Kraus (eds.): *Treatment of Dystonia*, Cambridge University Press, Cambridge: 256–262
- 30 Sadnicka A, Daum C, Cordivari C, Bhatia KP, Rothwell JC, Manohar S, Edwards MJ (2017): Mind the gap: temporal discrimination and dystonia. *Eur J Neurol* 24, 796–806
- 31 Schmid A, Jabusch HC, Altenmüller E, Hagenah J, Brüggemann N, Hedrich K, Saunders-Pullman R, Bressman S, Kramer PL, Klein C (2006): Dominantly transmitted focal dystonia in families of patients with musician's cramp. *Neurology* 64: 691–693
- 32 Schmidt A, Jabusch HC, Altenmüller E, Hagenah J, Brüggemann N, Lohmann K, Enders L, Kramer PL, Saunders-Pullman R, Bressman SB, Münchau A, Klein C (2009): Etiology of musician's dystonia: familial or environmental? *Neurology* 72: 1248–1254
- 33 Schmidt A, Jabusch HC, Altenmüller E, Kasten M, Klein C (2013): Challenges of making music: What causes musician's dystonia? *JAMA Neuro* 70: 1456–1459
- 34 Schrag A (2004): The syndrome of fixed dystonia: an evaluation of 103 patients. *Brain* 127: 2360–2372
- 35 Schuele SU, Jabusch HC, Lederman RJ, Altenmüller E (2005): Botulinum toxin injections of musicians' dystonia. *Neurology* 64: 341–343
- 36 Sommer M, Ruge D, Tergau F, Beuche W, Altenmüller E, Paulus W (2002): Spatial distribution of intracortical inhibition and facilitation in focal dystonia. *Mov Disord* 17: 1017–1025
- 37 Steinmetz A, Stang A, Kornhuber M, Röllinghoff M, Delank KS, Altenmüller E (2013): From embouchure problems to embouchure dystonia? – A survey of self-reported embouchure disorders of 585 professional orchestra brass players. *Int. Arch. Occup. Envir. Health* 87: 783–92
- 38 Strübing F, Ruiz MH, Jabusch HC, Altenmüller E (2012): Error monitoring is altered in musician's dystonia: evidence from ERP-based studies. *Ann N Y Acad Sci*, 1252: 192–199
- 39 Termsarasab P, Ramdhani RA, Battistella G, Rubien-Thomas E, Choy M, Farwell IM, Simonyan K (2015): Neural correlates of abnormal sensory discrimination in laryngeal dystonia. *Neuroimage Clin*, 10: 18–26
- 40 van Vugt FT, Boulet L, Jabusch HC, Altenmüller E (2014): Musician's dystonia in pianists: Long-term evaluation of retraining and other therapies. *Parkinsonism Rel Disord*, 20: 8–12

Korrespondenz

PROF. DR. MED. DIPL. MUS. ECKART ALTENMÜLLER
Hochschule für Musik, Theater und Medien Hannover
Institut für Musikphysiologie und Musiker-Medizin
Neues Haus 1
30175 Hannover
Telefon: +49 511 3100 552
Fax: +49 511 3100 557
E-Mail: eckart.altenmueller@hmtm-hannover.de

DR. MED. ANDRÉ LEE
Klinikum rechts der Isar
Abteilung Neurologie
Ismaninger Str. 22
D-81675 München
Telefon: +49 89 4140-1
E-Mail: neurologie@mri.tum.de

PROF. DR. MED. DIPL. MUS.
HANS-CHRISTIAN JABUSCH
Hochschule für Musik Carl Maria von Weber Dresden
Institut für Musikermedizin
Leubnitzer Str. 17b
01069 Dresden
Telefon 0351/6475220
E-Mail: Jabusch@hfmdd.de