

ORIGINALARBEIT

Aufgabenspezifische Dystonie bei professionellen Musikern

Ein systematisches Review zur Bedeutung des intensiven Musizierens als Risikofaktor

Verena Eveline Rozanski, Eva Rehfuss, Kai Bötzel, Dennis Nowak

ZUSAMMENFASSUNG

Hintergrund: Die fokale Dystonie bei professionellen Musikern ist eine Bewegungsstörung, die sich beim Musizieren manifestiert. Es handelt sich um ein multifaktorielles Krankheitsbild, bei dem eine genetische Prädisposition und exogene Faktoren eine Rolle spielen. Es gibt Hinweise darauf, dass intensives Musizieren ein entscheidender Risikofaktor für die Entwicklung der aufgabenspezifischen Dystonie bei professionellen Musikern ist.

Methode: Es erfolgte eine systematische Recherche in medizinischen und musikwissenschaftlichen Datenbanken nach Publikationen, die zwischen 1950 und 2013 erschienen sind. Die Literaturverzeichnisse der relevanten Studien wurden bei der Suche mitberücksichtigt.

Ergebnis: 16 Artikel mit klinischen Informationen zu 1 144 betroffenen Musikern wurden in die systematische Übersichtsarbeit eingeschlossen. Die berücksichtigten Artikel hatten eine mittlere bis schlechte Qualität, daher war eine Metaanalyse nicht möglich. Um einen potenziellen Zusammenhang zwischen intensivem Musizieren und der Manifestation der Musikerdystonie zu untersuchen, wurden die Kriterien nach Bradford Hill angewendet. Das Auftreten der Musikerdystonie ist an ein meist mindestens zehnjähriges intensives Musizieren (entsprechend etwa 10 000 Übungsstunden) gebunden. Es zeigte sich eine Assoziation zwischen dem erkrankten Körperteil und der Instrumentengattung. Dabei war das Körperteil, das den stärksten feinmotorischen Anforderungen ausgesetzt war, auch am häufigsten betroffen. Das mittlere Manifestationsalter lag bei 28 bis 44 Jahren.

Schlussfolgerung: Die Kausalitätskriterien von Bradford Hill deuten auf einen Zusammenhang zwischen intensivem Musizieren und dem Ausbruch der Symptomatik hin. Insbesondere die Assoziation zwischen Instrumentengattung und Lokalisation der Dystonie wurde als Beleg für diese These gewertet. Die Befunde sprechen dafür, die aufgabenspezifische Dystonie des professionellen Musikers in die Liste der Berufskrankheiten aufzunehmen.

► Zitierweise

Rozanski VE, Rehfuss E, Bötzel K, Nowak D: Task-specific dystonia in professional musicians—a systematic review of the importance of intensive playing as a risk factor. *Dtsch Arztebl Int* 2015; 112: 871–7
DOI: 10.3238/arztebl.2015.0871

Bei der Musikerdystonie handelt es sich um eine aufgabenspezifische fokale Bewegungsstörung, die mit einem Verlust der feinmotorischen Kontrolle während des Musizierens einhergeht (1, 2). Dabei werden Verkrampfungen, Flexionen und Hyperextensionen der betroffenen Extremität beobachtet (2). Ungefähr 1 % aller professionellen Musiker sind betroffen (2). Für circa 25 % dieser Gruppe ist das Auftreten dieser Symptomatik gleichbedeutend mit dem Ende ihrer beruflichen Karriere (3).

Therapieverfahren umfassen die Injektion von Botulinumtoxin, anticholinerge Medikation und Modifikation der Instrumentaltechnik zur Veränderung der sensorischen Verarbeitung (4). Als Prävention der Musikerdystonie werden Schulung der Selbstwahrnehmung, regelmäßige Pausen und Stressmanagement empfohlen (5).

Der Musikerdystonie nahestehende Erkrankungen sind weitere aufgabenspezifische fokale Bewegungsstörungen, unter denen der Schreibkrampf am häufigsten vorkommt (6); andere Krankheitsbilder wie der Golferkrampf (7), Auktionärkrampf (8) oder Verkrampfung beim Tischtennispielen (9), sind seltener.

Pathophysiologisch liegt der Musikerdystonie eine multifaktorielle Genese zugrunde, bei der sowohl eine genetische Prädisposition (10) als auch externe Triggerfaktoren zusammenspielen (2). Bei anderen Formen fokaler Bewegungsstörungen, wie zum Beispiel dem Blepharospasmus, der zervikalen oder orofazialen Dystonie, wurde eine vermehrte mechanische Belastung der betroffenen Region vor der Manifestation dystoner Symptome beschrieben (11). Diese Beobachtung gab Anlass zu der Hypothese, dass das intensive Musizieren einen pathogenetisch relevanten Risikofaktor für die Entstehung der Musikerdystonie darstellt, wie dies bereits in einigen Studien geäußert wurde (1, 12).

Ziel dieses systematischen Reviews ist es daher, die Bedeutung des intensiven Musizierens als Risikofaktor für die Entstehung der fokalen, aufgabenspezifischen Dystonie des professionellen Musikers zu untersuchen. Hierfür wird

- die Prävalenz zwischen einer exponierten Personengruppe und der Allgemeinbevölkerung miteinander verglichen
- ein möglicher Zusammenhang zwischen instrumentenspezifischen Anforderungen an feinmotorische Präzision und den betroffenen Körperteilen untersucht.

Neurologische Klinik und Poliklinik, Ludwig-Maximilians-Universität München: Dr. med. Rozanski, Prof. Dr. med. Bötzel

Institut für Biomedizinische Informationsverarbeitung, Biometrie und Epidemiologie, Ludwig-Maximilians-Universität München: PD Dr. rer. nat. Rehfuss

Institut und Poliklinik für Arbeits-, Sozial- und Umweltmedizin, Ludwig-Maximilians-Universität München: Prof. Dr. med. Nowak

Methoden

Suchstrategie

Zunächst wurde ein Review-Protokoll angefertigt, das online einsehbar ist (13). Die Autoren der vorliegenden Arbeit führten eine systematische Literatursuche in 23 medizinischen und musikwissenschaftlichen Datenbanken durch (*eTabelle 1*). Weiterhin wurden andere Datenbanken wie Google und Google Scholar für den Zeitraum von Januar 1950 bis April 2013 nach relevanten Publikationen durchsucht. Dabei wurden Online-Publikationen ebenso berücksichtigt wie Abstracts und Kongressbeiträge. Als Suchtermini wurden gewählt: [“musician” OR “performing artist” OR “pianist” OR “cellist” OR “drummer” OR “woodwind” OR “flutist” OR “violinist”] AND [“dystonia” OR “focal dystonia” OR “cramp” OR “embouchure” OR “musician`s dystonia” OR “occupational dystonia”]. Diese Begriffe wurden an die jeweilige Datenbank beziehungsweise an ihr deutsches Äquivalent angepasst. Darüber hinaus wurden die bibliografischen Angaben der eingeschlossenen Studien und von Übersichtsarbeiten nach geeigneten Publikationen untersucht.

Entsprechend der Zielsetzung dieses systematischen Reviews wurden die folgenden Aufgabenstellungen definiert:

- Prävalenzvergleich der fokalen (aufgabenspezifischen) Dystonie zwischen einer exponierten Gruppe und der Allgemeinbevölkerung
- Instrumenten-spezifische Analyse der anatomischen Manifestation der fokalen Dystonie bei betroffenen Musikern.

Die Autoren dieses Reviews nehmen an, dass das Körperteil, das die Hauptlast der feinmotorischen Beanspruchung trägt, und bei der sowohl grobmotorische Kraft als auch feinmotorische Koordination zusammenspielen, am ehesten von einer Dystonie betroffen ist. Dieser Hypothese zufolge wären unterschiedliche Körperteile innerhalb der verschiedenen Instrumentengattungen betroffen. Die PICOS-Kriterien (14) definierten die Autoren wie folgt:

- P (Population): professionelle Musiker
- I (Intervention): das intensive Musizieren
- C (Vergleichsgruppe): die nichtprofessionell musizierende Normalbevölkerung
- O (Outcome): a) anatomische Manifestation der fokalen, aufgabenspezifischen Dystonie innerhalb vordefinierter Instrumentengruppen; b) Aussagen zur Prävalenz der Musikerdystonie
- S (Study Design): systematisches Review von Originalarbeiten mit klinisch dokumentierten Fällen.

Einschlusskriterien

Artikel wurden – unabhängig vom Studiendesign – dann als geeignet befunden, wenn sie klinische und epidemiologische Primärdaten zu Musikern mit fokaler, aufgabenspezifischer Dystonie enthielten. Dabei sollte die Diagnose von einem Neurologen gestellt worden sein und die Arbeit Angaben zum betroffenen Körperteil, des/der gespielten Instruments/Instrumente sowie Informationen zur Übungsintensität enthalten.

Nach der Entfernung von Duplikaten wurden konsekutiv Titel, Abstract und der Volltextartikel von einem Autor (VR) auf ihre Eignung hin überprüft und nicht-relevante Artikel wurden ausgeschlossen. Als Publikationssprachen wurden primär Deutsch und Englisch gewählt. Im Falle anderer Sprachen wurde von Dolmetschern überprüft, ob der Text klinische Angaben zu betroffenen Musikern erhielt.

Ausschlusskriterien

Als Ausschlusskriterien galten Zweifel an der Diagnosesicherung durch einen Experten sowie fehlende klinische Angaben.

Datenextraktion und Qualitätsbegutachtung

Die Informationen aus den eingeschlossenen Studien wurden anhand eines vorgefertigten Datenextraktionsformulars zusammengetragen. Dabei wurden folgende Angaben gesammelt:

- Publikationsdaten (Autor, Jahr der Veröffentlichung)
- Studiendesign
- Ort (Land, Stadt, Klinik)
- primärer Zielpunkt (Anzahl der betroffenen Patienten)
- Alter der Probanden zum Zeitpunkt des Krankheitsbeginns
- Geschlecht
- betroffenes Körperteil
- Exposition (gespielte/s Instrument/e, Quantifizierung des Musizierens)
- die Erkrankung begleitende oder vorangegangene Faktoren (vor allem psychologische Belastungen, ein vorangegangenes Trauma, hereditäre Prädisposition).

Die gespielten Instrumente wurden in sechs Kategorien eingeteilt, wobei sich diese Einteilung an der anatomischen Verteilung der stärksten feinmotorischen Belastung orientiert (1):

- Tasteninstrumente (Klavier, Orgel, Akkordeon),
- Streichinstrumente (Geige, Violine, Cello),
- Zupfinstrumente (Harfe, Banjo, Gitarre),
- Holzblasinstrumente (Flöte, Klarinette, Saxophon, Oboe),
- Blechblasinstrumente (Trompete, Posaune, Horn)
- Perkussion.

Falls erforderlich wurden die Autoren der Studien für ergänzende Informationen kontaktiert.

Die Qualität der eingeschlossenen Studien wurde anhand der Liverpool-Modifikation der Newcastle-Ottawa-Scale (15) bewertet. Dieses Verfahren wurde wegen seiner Flexibilität gewählt, denn es ermöglicht es, unterschiedliche Studiengattungen zu bewerten und die Antwortkategorien an die Fragestellung dieses systematischen Reviews anzupassen. Weiterhin erlaubt diese Bewertungsskala das untersuchte Kollektiv, die Exposition, das Primärergebnis der Studie sowie die Studienergebnisse zu beurteilen. Dabei werden bis zu zwei Punkte pro Kategorie vergeben, insgesamt können bis zu 16 Punkte erzielt werden (*eTabelle 2*).

Die Datenextraktion und Qualitätsbewertung wurden unabhängig voneinander von zwei Autoren der vorliegenden Untersuchung durchgeführt (VR und entweder ER/DN/KB) (Grafik 1).

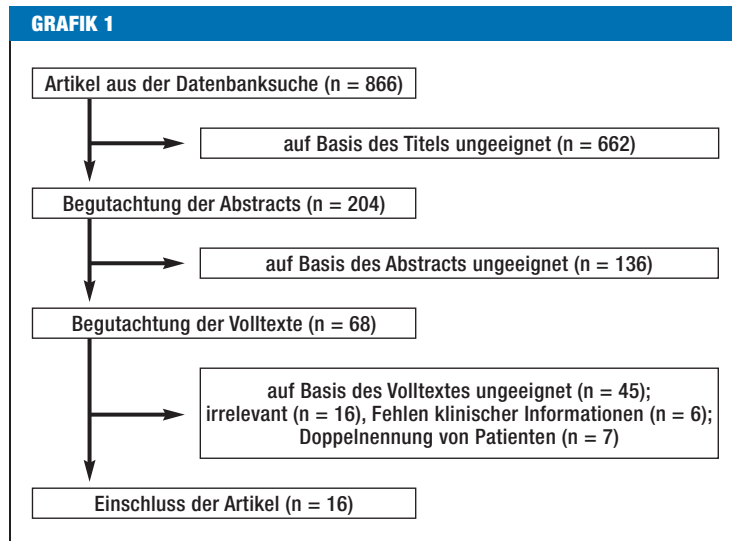
Datenauswertung

Die Häufigkeit der Manifestation einer fokalen Dystonie in Abhängigkeit vom gespielten Hauptinstrument – gruppiert nach der jeweiligen Instrumentenkategorie (Tastensinstrumente, Zupf-, Streich-, Holzblas-, Blechblasinstrumente und Perkussion) – wurde für alle eingeschlossenen Patienten grafisch zusammengestellt (Grafik 2).

Da einige der Studien mit kleineren Fallzahlen sehr spezifische Fragestellungen beleuchteten und dies zu einem Selektionsbias führen könnte, erfolgte eine Sensitivitätsanalyse und es wurden nur die Studien betrachtet, die über mehr als 100 Patienten berichteten. Um den Zusammenhang zwischen intensivem Musizieren und dystonen Symptomen als kausal oder lediglich assoziativ einordnen zu können, wurden die Kausalitätskriterien nach Bradford Hill zugrunde gelegt.

Ergebnisse

Insgesamt wurden 866 Artikel identifiziert, von denen 16 (1, 16–30) die Einschlusskriterien erfüllten (Grafik 1). Bei allen eingeschlossenen Studien handelte es sich um Fallserien oder klinisch-experimentelle Studien, mit einer Fallzahl zwischen drei und 591 (eTabelle 3). Vier Studien waren große Fallserien (> 100 betroffene



Auswahlverfahren und Einschluss geeigneter Studien in dieses systematische Review nach den PRISMA-Kriterien

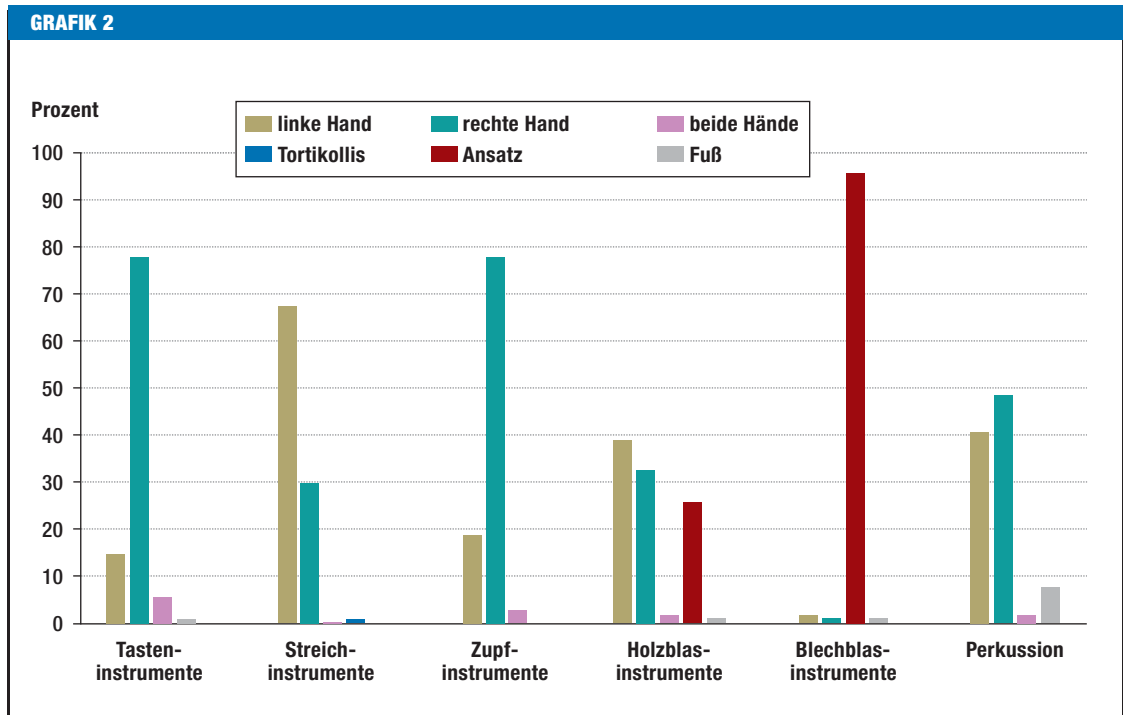
Musiker), die an spezialisierten Zentren für Musikermedizin in Deutschland, Frankreich, Spanien und den USA durchgeführt worden waren (1, 16, 28, 31). Diese vier Studien beinhalteten Daten zu 930 Patienten. Zwölf Studien waren relativ klein und berichteten über 214 Musiker. Die Qualitätsbewertung zeigte eine

TABELLE 1

Prävalenzangaben zur Musikerdystonie in den eingeschlossenen Studien

Autor, Jahr (Literatur)	Land	Daten zur Prävalenz	Datenerhebung
Altenmüller et al., 2010 (Review) (2)	Deutschland	1 % aller professionellen Musiker	zitiert (Altenmüller) (e1)
Aranguiz et al., 2011 (Review) (e2)	Spanien	0,5–1 % aller professionellen Musiker	zitiert (Jabusch [39], Pullman [e11])
Conti et al., 2008 (Review) (17)	USA (New York)	in bis zu 1 von 200 Fällen; 8–14 % an Spezialkliniken	zitiert (Hochberg, Lederman) [24, e3])
Frucht et al., 2001 (19)	USA (New York)	Ansatzdystonie: bis zu 8 % an Spezialkliniken	zitiert (Knishkowy) (e4)
Jankovic et al., 2008 (Review) (e5)	USA (Houston)	8 % aller Musiker	zitiert (Lederman) (e12)
Lederman, 2003 (e6)	USA (Cleveland)	8 % aller Musiker aus der eigenen Spezialabteilung	Primärdaten
Rosset-Llobet et al., 2009 (e7)	Spanien	13 % aller Musiker (87 von 665 an einer Spezialklinik gesehene Musiker)	Primärdaten
Lie-Nemeth, 2006 (Review) (e8)	USA (Boston)	5 % (zitiert Brandfonbrener) (e9) 8 % (zitiert Lederman) (e6) 11 % (zitiert Tubiana) (31) 13 % (Newmark, Hochberg) (e10)	Zitate beziehen sich auf Daten aus Spezialkliniken (intern berichtet aus der Musikerambulanz)
Brandfonbrener, 1995 (e9)	USA (Chicago)	58 Patienten mit Musikerdystonie von 3 918 insgesamt Gesehenen = 1,5 %	Primärdaten aus einer Spezialklinik
Tubiana, 2003 (31)	Frankreich (Paris)	145 Patienten mit fokaler Dystonie aus einer Gesamtzahl von 4 000 Musikern = 3,6 %	Primärdaten aus einer Spezialklinik
Altenmüller et al., 2012 (1)	Deutschland (Hannover)	591 Musiker mit Dystonie von 5 500 in der Spezialklinik gesehene Patienten (persönliche Mitteilung des Autors) = 10,7 %	Primärdaten aus einer Spezialklinik

Verteilung der fokalen Dystonie nach Instrumentengattung bei den 1 144 Musikern, die in diesem Review dokumentiert sind.



schwache bis mittlere Qualität der Studien (zwischen 6 und 10 Punkten von 16) (eTabelle 3).

In den eingeschlossenen Artikeln konnte ein mittleres Manifestationsalter von 28 bis 44 Jahre identifiziert werden, Männer waren häufiger betroffen als Frauen (57–100%). Die Übungsintensität wurde auf unterschiedliche Weise angegeben: als tägliche Übungszeit von vier bis sechs Stunden (22, 27, 28), als kumulative Gesamtübungszeit von etwa 10 000 Stunden oder mehr (20) oder als Übungszeitraum von zehn Jahren oder mehr (26). Detaillierte Informationen zur familiären Prädisposition der Musiker dystonie waren nicht verfügbar. Angaben zur Häufigkeit beruhten in den eingeschlossenen Artikeln entweder auf Literaturzitaten oder auf Primärdaten aus einem Zentrum für Musikermedizin (Tabelle 1) und können daher nicht als Häufigkeitsangaben herangezogen werden. Auf Nachfrage erwies sich, dass sich die Prävalenzangaben für Deutschland aus der geschätzten Zahl der betroffenen Musiker an Zentren (circa 800) sowie der Gesamtzahl der in den Orchesterverbänden registrierten professionellen Musikern (circa 80 000) zusammensetzt. Dies ergibt eine kumulative Prävalenzangabe von etwa 1% (1, 5) (Altenmüller, persönliche Mitteilung).

Für die Prävalenzangaben zu den idiopathischen fokalen Dystonien wurden eine große Prävalenzstudie (32) und ein systematisches Review (33) herangezogen. In diesen Untersuchungen wurden Werte von 117 pro Million (1 : 8 500) (32) beziehungsweise 15 von 100 000 (1 : 6 600) ermittelt. Prävalenzschätzwerte für die Extremitätendystonie in der nichtprofessionell musizierenden Normalbevölkerung liegen bei 1,24 pro 100 000 (33). Bei Spielern von Tasteninstrumenten (n = 327) manifestierte sich die Dystonie bevorzugt an der rechten Hand

auf (78%; linke Hand: 15%; beide Hände: 6%; Tortikollis: 1%). Dies war auch bei Spielern von Zupfinstrumenten der Fall (n = 245; 78%; linke Hand: 19%; beide Hände: 3%) (Grafik 2). Eine Favorisierung der linken Hand wurde bei Streichinstrumentalisten gesehen (n = 155; 68%; rechte Hand: 30%; beide Hände: 1%; Tortikollis: 1%). Die orofaziale Dystonie, auch embouchure Dystonie bezeichnet, fand man ausschließlich bei Holz- und Blechbläsern (Holzbläser: n = 199; 26%; Blechbläser: n = 181; 96%). Perkussionisten wiesen eine fast gleiche Verteilung zwischen beiden Händen auf (linke Hand: 41%; rechte Hand: 49%; beide Hände: 2%), aber – im Gegensatz zu allen anderen Musikern – entwickelten sie zudem Symptome an den Füßen (8%).

Auch nach der Sensitivitätsanalyse unter ausschließlicher Begutachtung der vier großen Studien (1, 16, 28, 30) bestätigten sich diese Ergebnisse (eGrafik).

Diskussion

Die fokale, aufgabenspezifische Dystonie bei professionellen Musikern ist eine multifaktorielle Erkrankung, bei der – so die aktuelle Hypothese zur Pathophysiologie – zu einer genetischen Disposition Triggerfaktoren hinzutreten (1, 2). In diesem systematischen Review wurde die Bedeutung des intensiven Musizierens als Triggerfaktor der Erkrankung untersucht. Zum einen wurde eine deutlich erhöhte Prävalenz der Erkrankung innerhalb der exponierten Gruppe im Vergleich zur nichtexponierten Normalbevölkerung gefunden, zum anderen jedoch auch eine Instrumenten-spezifische Manifestation der dystonen Symptome.

Vergleicht man die Prävalenzwerte der fokalen idiopathischen Dystonie in der Normalbevölkerung mit der der

TABELLE 2

Bradford Hill-Kriterien und ihre Anwendbarkeit

Bradford Hill-Gesichtspunkt	Konkrete Umsetzung im Fall der Musikerdystonie
Stärke der Assoziation	Prävalenzvergleich zwischen exponierter und nichtexponierter Gruppe: 1 : 100 versus 1 : 6 600/1 : 8 500
Konsistenz	Vergleichbarkeit der Ergebnisse in verschiedenen Kollektiven, hier: ähnliche Ergebnisse aus Studien in verschiedenen Ländern
Spezifität	Direkter Zusammenhang zwischen Exposition und Endpunkt ersichtlich; hier: die instrumentengattungsspezifische Manifestation dystoner Symptome; ausschließliches Auftreten der Fußdystonie bei Perkussionisten und der orofazialen Dystonie bei Blasern
zeitliche Abfolge	Die Exposition muss der Manifestation der Erkrankung vorausgehen; hier: das intensive Musizieren erfolgt vor dem Auftreten der Musikerdystonie.
biologischer Gradient	Relation zwischen Exposition und Manifestation; beschrieben werden eine minimale Spielzeit von 10 Übungsjahren bzw. 10 000 Übungsstunden als möglicher Schwellenwert.
Plausibilität	Zusammenhang zwischen Exposition und Manifestation der Dystonie erscheint logisch; hier: die instrumentenspezifische Manifestation der dystonen Symptome entspricht der feinmotorischen Hauptbelastung innerhalb der jeweiligen Instrumentengruppe.
Kohärenz	Inhaltliche Übereinstimmung zwischen epidemiologischen Tatsachen und laborexperimentellen Entdeckungen; hier: Induktion der fokalen Handdystonie durch repetitive Handbewegungen an Affen (e13, e14)
Experiment	Reduktion der Exposition führt zu Linderung der Symptome: Besserung der Dystonie durch sehr langsames Spiel (36)
Analogie	Ähnlichkeit zu anderen Expositionsformen; hier: Analogie zum Schreibkrampf, der ebenfalls mit erhöhter lokaler Exposition einhergeht.

Musikerdystonie, so erhält man deutliche Differenzen von 1 : 6 600 zu 1 : 100. Bei der Betrachtung fokaler, aufgabenspezifischer Bewegungsstörungen ergeben sich sogar Prävalenzdifferenzen von 1 : 80 000 zu 1 : 100. Weiterhin ist bemerkenswert, dass die aufgabenspezifische Dystonie beim Musizieren in der Literatur ausschließlich bei professionellen Musikern berichtet wird, nicht jedoch in der Normalbevölkerung bei Laienmusikern.

Die der Musikerdystonie am nächsten stehende Erkrankung ist der Schreibkrampf, eine ebenfalls aufgabenspezifische Bewegungsstörung. In einer Fallkontrollstudie konnten dafür als Risikofaktoren intensives langjähriges Schreiben sowie ein abrupter Anstieg der Schreibdauer und -intensität identifiziert werden (6). Ein Anstieg der Übungsintensität vor der Manifestation dystoner Symptome wurde auch bei erkrankten Musikern beobachtet (17), ist jedoch nicht systematisch untersucht. Auch für die Musikerdystonie wurde eine Fallkontrollstudie durchgeführt (34), in der ein höheres Alter bei Beginn des Musizierens als Risikofaktor identifiziert werden konnte.

Bei der instrumentengattungsspezifischen Analyse der anatomischen Verteilung dystoner Symptome fällt auf, dass das am stärksten beanspruchte Körperteil auch prozentual am häufigsten betroffen ist. Die in den vorliegenden Ergebnissen dargestellte Dominanz der rechten Hand unter Tasten- und Zupfinstrumentalisten sowie der linken Hand bei Streichern deckt sich mit den mechanischen Hauptanforderungen innerhalb dieser Instrumentengruppe (1, 12). Ein besonders hohes Erkrankungsrisiko weisen Blechbläser und Zupfinstrumentalisten auf (1), was möglicherweise die hohen mechanischen Anforderungen innerhalb dieser Instrumentengattungen reflektiert. Dieser systematische Review unterstreicht die Bedeutung des in-

tensiven Musizierens als Triggerfaktor. Die Entscheidung, ob zwei Größen kausal oder assoziativ miteinander verknüpft sind, kann in der Epidemiologie unter Berücksichtigung der Bradford Hill-Kriterien (35) geführt werden. Eine vollständige Auflistung aller neun Gesichtspunkte zeigt *Tabelle 2*.

Die beiden Fragestellungen der vorliegenden Arbeit zielen auf die Kriterien „Stärke der Assoziation“ und „Spezifität“ ab. Die Stärke der Assoziation besagt, dass ein Kausalzusammenhang wahrscheinlicher ist, wenn das Erkrankungsrisiko innerhalb der exponierten Gruppe deutlich über dem eines nichtexponierten Kollektivs liegt. Die Spezifität drückt aus, dass das selektive Einwirken der Exposition, in diesem Fall des intensiven Musizierens, das Krankheitsrisiko erhöht; dies ist durch die instrumentenspezifische Manifestation der Dystonie gegeben. Auch die anderen Kriterien sind im Falle der Musikerdystonie gut erklärt (*Tabelle 2*), so dass die Annahme eines kausalen Zusammenhangs zwischen dem intensiven Musizieren und der Manifestation dystoner Symptome gerechtfertigt ist.

Detaillierte Kenntnisse über Art und Dauer der Exposition sind für die mögliche Anerkennung als Berufskrankheit und auch für die Entwicklung von Präventions- und Rehabilitationsmaßnahmen bedeutsam. Eine Quantifizierung der Exposition ist angesichts der Datenlage schwierig. Anamnestisch wurden eine minimale Spielzeit von zehn Übungsjahren (26) berichtet, das entspricht kumulativ 10 000 Übungsstunden (20) oder sechs Stunden am Tag (22). Ferner wurde eine Steigerung der Übungsintensität innerhalb des Jahres vor der Erstmanifestation dystoner Symptome angegeben (17).

Zur Modifikation der Exposition sind verschiedene Ansätze benannt worden, dazu zählen:

- ein sehr langsames Spiel (36)
- das Tragen einer Schiene (37)
- das Erlernen der Blindenschrift, um die sensomotorische Verarbeitung zu verändern (38).

Von Retrainingstrategien profitierten etwa 50 % aller betroffenen Musiker (4). Die Angaben zur Berufsunfähigkeit variieren zwischen 25 (3) und 50 % (39).

Limitationen

Dieses systematische Review und die daraus resultierenden Ergebnisse beinhalten unvermeidliche Schwächen und Limitationen, denen bei der Interpretation Rechnung getragen werden muss. Die Literaturrecherche wurde nicht von zwei Reviewern unabhängig voneinander durchgeführt. Bei der Qualitätsbewertung der eingeschlossenen Artikel fällt eine mittlere bis schlechte Qualität auf, die meist der Tatsache geschuldet ist, dass es sich hierbei um klinische Fragestellungen handelt, nicht um (prospektive) epidemiologische Studien mit entsprechendem Studiendesign und Berücksichtigung von Bias. Insbesondere die Angaben zur Exposition beruhen auf anamnestischen und retrospektiv erhobenen Angaben der Musiker. Dennoch konnte eine große Anzahl an Betroffenen mit guter klinischer Dokumentation der Erkrankung identifiziert werden. Die Studien aus unterschiedlichen Ländern liefern ein konsistentes Bild zu der fokalen Dystonie bei professionellen Musikern ab.

Resümee

Dieses systematische Review zeigt einen deutlichen und möglicherweise auch kausalen Zusammenhang zwischen intensivem Musizieren und der Manifestation einer fokalen Dystonie bei professionellen Musikern auf. Das bedeutet, dass nach Einschätzung der Autoren die wissenschaftlichen Voraussetzungen für die Aufnahme der fokalen, aufgabenspezifischen Dystonie des professionellen Musikers in die Liste der Berufskrankheiten im Kern gegeben sind.

Weiterhin plädieren die Autoren dafür, dass unter Musikern ein entsprechendes Gesundheitsbewusstsein erzeugt wird, wobei sie ergonomisch und mit Pausen musizieren und stereotype sowie repetitive Übungen vermeiden sollten.

Klare Leitlinien für die Diagnostik wären wünschenswert, da eine frühzeitige und zutreffende Diagnosestellung durch einen Spezialisten Fehldiagnosen und dadurch verursachte ineffektive und mit Nebenwirkungen behaftete Therapien eindämmen würde. Weitere Forschungsprojekte zur Beleuchtung der Ursachen und Prävention der Musikerdystonie sind dringend erforderlich.

Nachtrag

Der Ärztliche Sachverständigenbeirat Berufskrankheiten beim Bundesministerium für Arbeit und Soziales hat am 1. Dezember 2015 beschlossen, dem Verordnungsgeber die Aufnahme einer neuen Berufskrankheit zu empfehlen: „Fokale Dystonie als Erkrankung des zentralen Nervensystems bei Instrumentalmusikern durch feinmotorische Tätigkeit hoher Intensität“.

KERNAUSSAGE

- Die Prävalenz der fokalen Dystonie bei professionellen Musikern liegt schätzungsweise im Bereich von 1 : 100. Die Prävalenz der idiopathischen fokalen Dystonie in der Normalbevölkerung beträgt 1 : 6 600 bis 1 : 8 500.
- Es besteht ein Zusammenhang zwischen dem von der Musikerdystonie am häufigsten betroffenen Körperteil (Extremität, Mundmuskulatur) und dem gespielten Instrument. Dabei ist das feinmotorisch am meisten belastete Körperteil auch am häufigsten betroffen.
- Die orofaziale Dystonie tritt ausschließlich bei Blasinstrumentalisten auf und ist daher als spezifisch für diese Musiker anzusehen.
- Nach den Bradford Hill-Kausalitätskriterien kann der Zusammenhang zwischen intensivem Musizieren und der Manifestation einer Musikerdystonie als kausal eingeordnet werden.
- Die Musikerdystonie kann als eine berufsspezifische und -bedingte Erkrankung angesehen werden und erfüllt nach Auffassung der Autoren die Voraussetzungen zur Aufnahme in die Liste der Berufskrankheiten.

Interessenkonflikt

Die Autoren erklären, dass kein Interessenkonflikt besteht.

Finanzierung: Das dieser Publikation zugrundeliegende systematische Review wurde von der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung finanziert, DGUV-Forschungsprojekt FB-0202, www.dguv.de/Projektdatenbank/.

Manuskriptdaten

eingereicht: 25. 4. 2015, revidierte Fassung angenommen: 13. 8. 2015

LITERATUR

1. Altenmüller E, Baur V, Hofmann A, Lim VK, Jabusch HC: Musician's cramp as manifestation of maladaptive brain plasticity: arguments from instrumental differences. *Ann N Y Acad* 2012; 1252: 259–65.
2. Altenmüller E, Jabusch HC: Focal dystonia in musicians: phenomenology, pathophysiology, triggering factors, and treatment. *Med Probl Perf Artists* 2010; 25: 3–9.
3. Lee A, Eich C, Ioannou CI, Altenmüller E: Life satisfaction of musicians with focal dystonia. *Occup Med (Lond)* 2015.
4. van Vugt FT, Boulet L, Jabusch HC, Altenmüller E: Musician's dystonia in pianists: long-term evaluation of retraining and other therapies. *Parkinsonism Relat Disord* 2014; 20: 8–12.
5. Spahn C, Richter B, Altenmüller E: *MusikerMedizin: Diagnostik, Therapie und Prävention von musikerspezifischen Erkrankungen*. Stuttgart: Schattauer Verlag 2011.
6. Roze E, Soumare A, Pironneau I, et al.: Case-control study of writer's cramp. *Brain* 2009; 132: 756–64.
7. Dhungana S, Jankovic J: Yips and other movement disorders in golfers. *Mov Disord* 2013; 28: 576–81.
8. Scolding NJ, Smith SM, Sturman S, Brookes GB, Lees AJ: Auctioneer's jaw: a case of occupational oromandibular hemidystonia. *Mov Disord* 1995; 10: 508–9.
9. Le Floch A, Vidailhet M, Flamand-Rouviere C, et al.: Table tennis dystonia. *Mov Disord* 2010; 25: 394–7.

10. Schmidt A, Jabusch HC, Altenmuller E, et al.: Etiology of musician's dystonia: familial or environmental? *Neurology* 2009; 72: 1248–54.
11. Defazio G, Berardelli A, Hallett M: Do primary adult-onset focal dystonias share aetiological factors? *Brain* 2007; 130: 1183–93.
12. Baur V, Jabusch HC, Altenmuller E: Behavioral factors influence the phenotype of musician's dystonia. *Mov Disord* 2011; 26: 1780–1.
13. Rozanski VE, Rehfuess E, Botzel K, Nowak D: A systematic review of extensive music-practice as a risk factor for musician's dystonia; review protocol. 2013. www.klinikum.uni-muenchen.de/Institut-und-Poliklinik-fuer-Arbeits-Sozial-und-Umweltmedizin/download/inhalt/publikationslisten/Rozanski-studienprotokolle-online.pdf (last accessed on 7 December 2015)
14. Liberati A, Altman DG, Tetzlaff J, et al.: The PRISMA statement for reporting systematic reviews and meta-analyses of studies that evaluate healthcare interventions: explanation and elaboration. *BMJ* 2009; 339–43.
15. Voss PH, Rehfuess EA: Quality appraisal in systematic reviews of public health interventions: an empirical study on the impact of choice of tool on meta-analysis. *J Epidemiol Community Health* 2013; 67: 98–104.
16. Brandfonbrener AG, Robson C: Review of 113 musicians with focal dystonia seen between 1985 and 2002 at a clinic for performing artists. *Adv Neurol* 2004; 94: 255–6.
17. Conti AM, Pullman S, Frucht SJ: The hand that has forgotten its cunning—lessons from musicians' hand dystonia. *Mov Disord* 2008; 23: 1398–406.
18. Ferrarin MRM, Ramella M, Osio M, Mailland E, Converti RM: Does instrumented movement analysis alter, objectively confirm, or not affect clinical decision-making in musicians with focal dystonia? *Med Problems Perf Artists* 2008; 23: 99–106.
19. Frucht SJ, Fahn S, Greene PE, et al.: The natural history of embouchure dystonia. *Mov Disord* 2001; 16: 899–906.
20. Granert O, Peller M, Jabusch HC, Altenmuller E, Siebner HR: Sensorimotor skills and focal dystonia are linked to putaminal grey-matter volume in pianists. *J Neurol Neurosurg Psych* 2011; 82: 1225–31.
21. Hayes MW, Yiannikas C: Treatment of upper limb dystonia with botulinum toxin. *J Clin Neurosci* 1996; 3: 124–8.
22. Hirata Y, Schulz M, Altenmuller E, Elbert T, Pantev C: Sensory mapping of lip representation in brass musicians with embouchure dystonia. *Neuroreport* 2004; 15: 815–8.
23. Kadota H, Nakajima Y, Miyazaki M, et al.: An fMRI study of musicians with focal dystonia during tapping tasks. *J Neurol* 2010; 257: 1092–8.
24. Lederman RJ: Embouchure problems in brass instrumentalists. *Med Probl Perf Artists* 2001; 16: 53–7.
25. Nowak DA, Rosenkranz K, Topka H, Rothwell J: Disturbances of grip force behaviour in focal hand dystonia: evidence for a generalised impairment of sensory-motor integration? *J Neurol Neurosurg Psych* 2005; 76: 953–9.
26. Pujol J, Roset-Llobet J, Rosines-Cubells D, et al.: Brain cortical activation during guitar-induced hand dystonia studied by functional MRI. *NeuroImage* 2000; 12: 257–67.
27. Rosenkranz K, Butler K, Williamon A, Cordivari C, Lees AJ, Rothwell JC: Sensorimotor reorganization by proprioceptive training in musician's dystonia and writer's cramp. *Neurology* 2008; 70: 304–15.
28. Rosset-Llobet J, Candia V, Fabregas S, Ray W, Pascual-Leone A: Secondary motor disturbances in 101 patients with musician's dystonia. *J Neurol Neurosurg Psych* 2007; 78: 949–53.
29. Schuele S, Lederman RJ: Long-term outcome of focal dystonia in string instrumentalists. *Mov Disord* 2004; 19: 43–8.
30. Tubiana R: Prolonged neuromuscular rehabilitation for musician's focal dystonia. *Med Probl Perf Artists* 2003; 18: 166–9.
31. Tubiana R: Musician's focal dystonia. *Hand Clin* 2003; 19: 303–8, vii.
32. Epidemiological Study of Dystonia in Europe Collaborative G: A prevalence study of primary dystonia in eight European countries. *J Neurol* 2000; 247: 787–92.
33. Steeves TD, Day L, Dykeman J, Jette N, Pringsheim T: The prevalence of primary dystonia: a systematic review and meta-analysis. *Mov Disord* 2012; 27: 1789–96.
34. Schmidt A, Jabusch HC, Altenmuller E, Kasten M, Klein C: Challenges of making music: what causes musician's dystonia? *JAMA Neurol* 2013; 70: 1456–9.
35. Lucas RM, Michael AJ: Association or causation: evaluating links between „environment and disease“. *Bull World Health Organ* 2005; 83: 792–5.
36. Sakai N: Slow-down exercise for the treatment of focal hand dystonia in pianists. *Med Probl Perf Artists* 2006; 21: 25–8.
37. Satoh M, Narita M, Tomimoto H: Three cases of focal embouchure dystonia: classifications and successful therapy using a dental splint. *Eur Neurol* 2011; 66: 85–90.
38. Zeuner KE, Hallett M: Sensory training as treatment for focal hand dystonia: a 1-year follow-up. *Mov Disord* 2003; 18: 1044–7.
39. Jabusch HC, Zschucke D, Schmidt A, Schuele S, Altenmuller E: Focal dystonia in musicians: treatment strategies and long-term outcome in 144 patients. *Mov Disord* 2005; 20: 1623–6.

Anschrift für die Verfasser

Dr. med. Verena Rozanski
Neurologische Klinik und Poliklinik
Klinikum Großhadern
Marchionistraße 15
81377 München
verena.rozanski@med.uni-muenchen.de

Zitierweise

Rozanski VE, Rehfuess E, Bötzel K, Nowak D: Task-specific dystonia in professional musicians—a systematic review of the importance of intensive playing as a risk factor. *Dtsch Arztebl Int* 2015; 112: 871–7.
DOI: 10.3238/arztebl.2015.0871



The English version of this article is available online:
www.aerzteblatt-international.de

Zusatzmaterial

Mit „e“ gekennzeichnete Literatur:
www.aerzteblatt.de/lit5115 oder über QR-Code

eGrafiken, eTabellen:
www.aerzteblatt.de/15m0871 oder über QR-Code



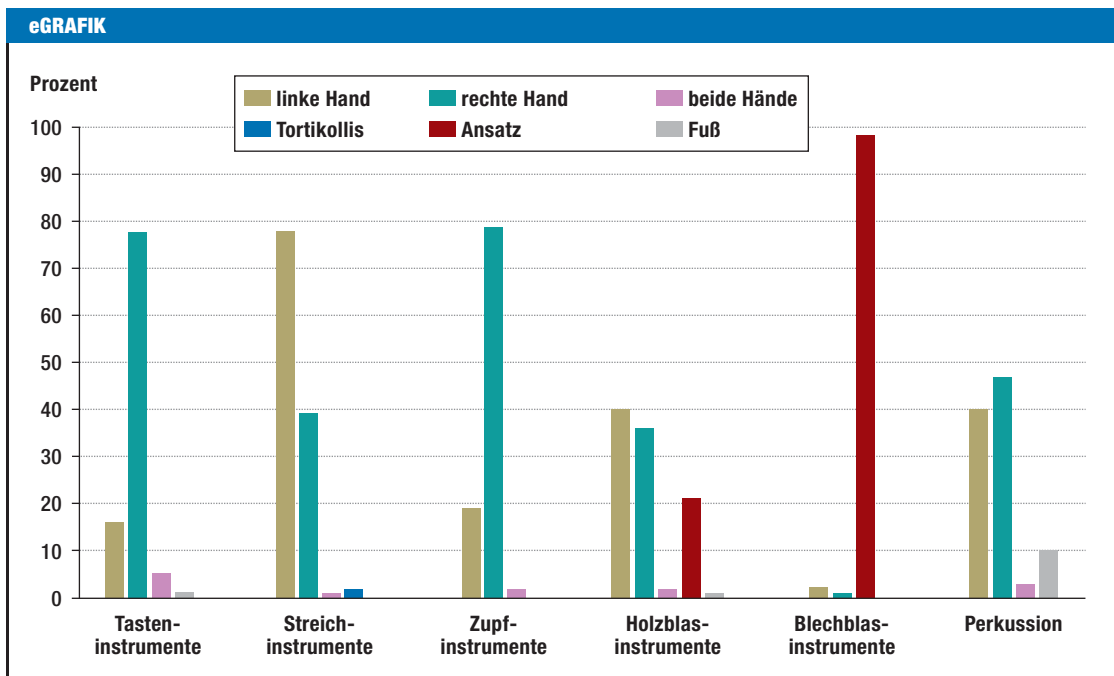
Zusatzmaterial zu:

Aufgabenspezifische Dystonie bei professionellen Musikern
Ein systematisches Review zur Bedeutung des intensiven Musizierens als Risikofaktor
Verena Eveline Rozanski, Eva Rehfuess, Kai Bötzel, Dennis Nowak

Dtsch Arztebl Int 2015; 112: 871–7. DOI: 10.3238/arztebl.2015.0871

eLITERATUR

- e1. Altenmüller E: Focal dystonia: advances in brain imaging and understanding of fine motor control in musicians. *Hand Clin* 2003; 19: 523–38, xi.
- e2. Aranguiz R, Chana-Cuevas P, Albuquerque D, Leon M: Focal dystonia in musicians. *Neurologia* 2011; 26: 45–52.
- e3. Hochberg FH, Harris SU, Blatter TR: Occupational hand cramps: professional disorders of motor control. *Hand Clin* 1990; 6: 417–28.
- e4. Knishkowsky B: Instrumental musicians with upper extremity disorders. *Med Probl Perform Art* 1986; 1: 85–9.
- e5. Jankovic J, Ashoori A: Movement disorders in musicians. *Mov Disord* 2008; 23: 1957–65.
- e6. Lederman RJ: Neuromuscular and musculoskeletal problems in instrumental musicians. *Muscle Nerve* 2003; 27: 549–61.
- e7. Rosset-Llobet J, Candia V, Fabregas i Molas S: The challenge of diagnosing focal hand dystonia in musicians. *Eur J Neurol* 2009; 16: 864–9.
- e8. Lie-Nemeth TJ: Focal dystonia in musicians. *Phys Med Rehabil Clin N Am* 2006; 17: 781–7.
- e9. Brandfonbrener A: Musicians with focal dystonia: a report of 58 cases seen during a ten-year period at a performing arts medicine clinic. *Med Probl Perform Art* 1995; 10: 121–8.
- e10. Newmark J, Hochberg FH: Isolated painless manual incoordination in 57 musicians. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 1987; 50: 291–5.
- e11. Pullman SL, Hristova AH: Musician's dystonia. *Neurology* 2005; 64: 186–7.
- e12. Lederman RJ: AAEM minimonograph #43: neuromuscular problems in the performing arts. *Muscle Nerve* 1994; 17: 569–77.
- e13. Byl NN, Merzenich MM, Jenkins WM: 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* 1996; 47: 508–20.
- e14. Topp KS, Byl NN: Movement dysfunction following repetitive hand opening and closing: anatomical analysis in Owl monkeys. *Mov Disord* 1999; 14: 295–306.



Verteilung der fokalen Dystonie nach Instrumentengattung analog zu *Grafik 2*, hier nach Sensitivitätsanalyse, bei der 930 Musiker aus 4 großen Fallserien berücksichtigt wurden.

eTABELLE 1

Übersicht über die durchsuchten Datenbanken und die daraus rekrutierten Artikel

Datenbank	Trefferzahl	Duplikate	ungeeignete Artikel (Titel)	geeignete Studien (Titel)	Fallberichte	Reviews
1) PubMed	67	2	19	31	8	7
2) EMBASE	154	26	57	51	17	3
3) MEDLINE	59	20	19	10	7	3
4) PsycINFO	53	22	28	3	0	0
5) BioMedCENTRAL	2	0	2	0	0	0
6) Cochrane	3	1	2	0	0	0
7) Bibliothek der Bundesanstalt für Arbeitsmedizin und Arbeitsschutz	0	–	–	–	–	–
8) DGUV-Regelwerk	0	–	–	–	–	–
9) BIOSIS Previews	2	1	1	0	0	0
10) WHO Library	5	0	5	0	0	0
11) BMJ	5	3	1	1	0	0
12) CAIRS for Music	0	–	–	–	–	–
13) British Library Sound Archive	0	–	–	–	–	–
14) Music Online	0	–	–	–	–	–
15) Wiley Online Library	34	25	6	3	0	0
16) Med Problems Performing Artists	32	24	4	4	0	0
17) Performing Arts Medicine Trust	0	–	–	–	–	–
18) Cambridge Companion Online	0	–	–	–	–	–
19) Deutsche Gesellschaft für Musikphysiologie und Musikermedizin	0	–	–	–	–	–
20) Performing Arts Medicine Association	0	–	–	–	–	–
21) BioMedLit	76	25	25	16	9	1
22) BioMedSearch	186	90	79	13	3	1
23) ISI Web of Science	188	123	52	13	0	0
SUMME	866	362	300	145	44	15

eTABELLE 2

Klinisch-epidemiologische Studien

Abschnitt A: Studienauswahl			
Selection Bias		Response Bias	
Gibt es Hinweise auf Selection Bias?		Gibt es Hinweise auf Response Bias?	
ja	0	ja	0
möglicherweise	1	möglicherweise	1
nein	2	nein	2
Falls „möglicherweise/ja“, zutrifft, bitte begründen:		Falls „möglicherweise/ja“, zutrifft, bitte begründen:	
Abschnitt B: Erfassung der Exposition			
Gespieltes Instrument		Quantifizierung der Exposition	
Graduelle Erfassung der Exposition?		Quantifizierung des Musizierens?	
keine Erfassung	0	keine Quantifizierung des Instrumentenspiels	0
allgemeine Erfassung	1	Quantifizierung des Instrumentenspiels	1
detaillierte Erfassung des Primär- und Sekundärintstrumentes	2	Quantifizierung der aktuellen und vorangegangenen Spielzeit zur Abschätzung einer kumulativen Spielzeit	2
Kommentare:		Kommentare:	
Erfassungsbias			
Gibt es Hinweise auf einen Bias beim Erfassen der Exposition:			
ja	0		
möglicherweise	1		
nein	2		
Falls „möglicherweise/ja“, zutrifft, bitte begründen:			
Abschnitt C: Erfassung der Erkrankung			
Beurteilung der Dystonie		Bias bei der Einschätzung	
Einschätzung des Outcome durch		Besteht Hinweis auf Bias bei der Einschätzung?	
Patient selbst	0	ja	0
Arzt	1	möglicherweise	1
auf Bewegungsstörungen spezialisierter Arzt	2	nein	2
Kommentare:		Falls „möglicherweise/ja“, zutrifft, bitte begründen:	

Abschnitt D: Ergebnisanalyse

Berücksichtigung von Confoundern

Werden Confounder berücksichtigt?

nein	eingeschränkte oder fehlende Berücksichtigung 0
ja, angemessen	Berücksichtigung der wesentlichen Faktoren 1
ja, gut	Berücksichtigung der meisten bekannten Faktoren 2

Kommentare:

Abschnitt E: Qualitätsbewertung

Angabe einer Gesamtbewertung unter Berücksichtigung der Einzelaspekte

Gesamtpunktzahl	x/16
-----------------	------

Kommentare:

Liverpool Adaptation der Newcastle-Ottawa Scale

eTABELLE 3

Übersicht über alle eingeschlossenen Studien, Datenextraktion sowie Qualitätsbewertung

Autor und Land	Studientyp	Gesamtzahl an erkrankten Musikern	Anzahl an erkrankten Musikern nach Instrumentengattung und Verteilung der Dystonie	Alter bei Erstmanifestation (Durchschnitt)	Geschlecht	Übungsintensität	Qualitätsbewertung (Maximum:16)	untersuchte Studiengröße
Altenmüller et al. (2) Deutschland	Große Fallserie (n >100)	n = 591	T (n = 179): 76 % RH, 14 % LH, 10 % BH, 1 % T S (n = 81): 62 % LH, 45 % RH, 2 % T, 1 % BH Z (n = 105): 76 % RH, 20 % LH, 4 % BH H (n = 113): 37 % LH, 35 % RH, 23 % A, 4 % BH, 1 % T B (n = 99): 98 % A, 1 % T, 1 % LH P (n = 15): 53 % RH, 40 % LH, 6 % BH, 1 % RF	4. Lebensdekade	M: 78 % W: 2 %	n. a.	9	Manifestation der fokalen Dystonie in Abhängigkeit der Instrumentengattung
Brandfonbrener et al. (16) USA	Große Fallserie (n > 100)	n = 113	T (n = 34): 74 % RH S (n = 15): 60 % LH Z (n = 20): 95 % RH H (n = 18): 50 % LH, 28 % RH B (n = 13): 100 % A P (n = 5): 60 % RH	n. a.	M: 74 % W: 26 %	n. a.	9	Klinische und epidemiologische Daten betroffener Musiker

Autor und Land	Studientyp	Gesamtzahl an erkrankten Musikern	Anzahl an erkrankten Musikern nach Instrumentengattung und Verteilung der Dystonie	Alter bei Erstmanifestation (Durchschnitt)	Geschlecht	Übungsintensität	Qualitätsbewertung (Maximum: 16)	untersuchte Studiengröße
Conti et al. (17) Italien	klinisch-experimentelle Studie	n = 61	T (n = 19): 52 % RH, 26 % BH, 22 % LH Z (n = 20): 75 % RH, 26 % BH, 22 % LH S (n = 5): 80 % LH, 20 % RH B (n = 3): 66 % BH, 33 % RH H (n = 9): 56 % LH, 22 % RH, 22 % BH P (n = 7): 60 % LH, 40 % RH	35 Jahre	M: 82 % W: 18 %	n. a.	6	klinische und epidemiologische Daten betroffener Musiker in Abhängigkeit des gespielten Instrumentes
Ferrarin et al. (18) Italien	klinisch-experimentelle Studie	n = 18	T (n = 3): 100 % RH S (n = 5): 80 % LH, 20 % RH Z (n = 6): 83 % LH, 20 % RH P (n = 2): 100 % RH H (n = 1): 100 % LH	35 Jahre	M: 83 % W: 17 %	n. a.	8	Vergleich zwischen der klinischen Analyse und einer objektiveren Messmethode in der Delektion der Muskerdystonie
Frucht et al. (19) USA	klinisch-experimentelle Studie	n = 26	H (n = 14): 100 % A B (n = 12): 100 % A	37 Jahre	M: 77 % W: 23 %	Alter bei Spielbeginn: 12 Jahre Beginn der Dystonie 25 Jahre später	9	klinische Untersuchung betroffener Musiker mit orofazialer Dystonie
Granert et al. (20) Deutschland	klinisch-experimentelle Studie	n = 11	T (n = 11): 100 % RH	34 Jahre	M: 82 % W: 18 %	811 h/Jahr kumulative Spielzeit > 10000 h	10	Bildgebungsstudie (MRT) an erkrankten und gesunden Pianisten mit dem Ziel einer Voxel-basierten Morphometrie der grauen Substanz
Hayes et al. (21) Australien	klinisch-experimentelle Studie	n = 3	T (n = 1): 100 % RH Z (n = 2): 100 % RH	33 Jahre	n. a.	n. a.	9	Beurteilung des Therapieeffekts von Botulinumtoxin auf die orofaziale Dystonie

Autor und Land	Studientyp	Gesamtzahl an erkrankten Musikern	Anzahl an erkrankten Musikern nach Instrumentengattung und Verteilung der Dystonie	Alter bei Erstmanifestation (Durchschnitt)	Geschlecht	Übungsintensität	Qualitätsbewertung (Maximum: 16)	untersuchte Studiengröße
Hirata et al. (22) Deutschland	klinisch-experimentelle Studie	n = 8	H (n = 4): 100 % A B (n = 4): 100 % A	33 Jahre	M: 100 %	6 h/Tag minimal	9	Bildgebungsstudie (MRT) zur Voxel-basierten Morphometrie des Cortex an Musikern mit orofazialer Dystonie und gesunden Musikern
Kadota et al. (23) Japan	klinisch-experimentelle Studie	n = 7	T (n = 3): 75 % RH, 25 % LH H (n = 3): 75 % RH, 25 % LH Z (n = 1): 100 % RH	28 Jahre	M: 57 % W: 43 %	n. a.	9	Bildgebungsstudie (fMRI) zur Untersuchung des Aktivierungsmusters betroffener Musiker während rezeptiver Bewegungen im Vergleich zu gesunden Kontrollen
Lederman (24) USA	klinisch-experimentelle Studie	n = 43	B (n = 43): 100 % A	35 Jahre	M: 72 % W: 28 %	n. a.	8	klinische Untersuchung und Datenerhebung betroffener Musiker mit orofazialer Dystonie
Nowak et al. (25) Deutschland	klinisch-experimentelle Studie	n = 5	T (n = 3): 100 % RH Z (n = 2): 50 % RH, 50 % LH	38 Jahre	M: 80 % W: 20 %	n. a.	9	Analyse von Bewegungsmustern und Bewegungskraft bei Musikern mit Handdystonie
Pujol et al. (26) Spanien	klinisch-experimentelle Studie	n = 5	Z (n = 5): 60 % RH, 40 % LH	38 Jahre	M: 80 % W: 20 %	>10 Übungs-jahre	9	Bildgebungsstudie (fMRI) während dystoner Bewegungen
Rosenkranz et al. (27) Großbritannien	klinisch-experimentelle Studie	n = 6	T (n = 3): 66 % RH, 33 % LH S (n = 1): 100 % LH B (n = 1): 100 % LH Z (n = 1): 100 % RH	36 Jahre	n. a.	2–4 h/Tag	8	Beurteilung eines Therapieversuches mit sensorischem Retraining an betroffenen Musikern

Autor und Land	Studientyp	Gesamtzahl an erkrankten Musikern	Anzahl an erkrankten Musikern nach Instrumentengattung und Verteilung der Dystonie	Alter bei Erstmanifestation (Durchschnitt)	Geschlecht	Übungsintensität	Qualitätsbewertung (Maximum: 16)	untersuchte Studiengröße
Rosset-Llobet et al. (28) Spanien	große Fallserie (n > 100)	n = 101	Z (n = 47): 85 % RH, 15 % LH T (n = 21): 80 % RH, 15 % LH, 5 % BH S (n = 6): 84 % LH, 16 % RH H (n = 11): 45 % RH, 18 % A, weitere Informationen nicht verfügbar B (n = 7): 100 % A P (n = 2): 50 % RH, 50 % LH n = 7: keine Informationen vorhanden	29,3 Jahre (M); 27,5 Jahre (W)	M: 88 % W: 12 %	5 h/Tag	8	Untersuchung betroffener Musiker auf weitere Bewegungsstörungen zusätzlich zur fokalen Dystonie beim Musizieren
Schuele et al. (29) USA	klinisch-experimentelle Studie	n = 21	S (n = 21): 76 % LH, 24 % RH	34 Jahre	M: 86 % W: 14 %	n. a.	10	Langzeit-Analyse betroffener Streichinstrumentalisten
Tubiana et al. (30) Frankreich	große Fallserie (n > 100)	n = 141	T (n = 50): 90 % RH, 10 % LH S (n = 21): 76 % LH, 24 % RH Z (n = 36): 72 % RH, 28 % LH P (n = 6): 44 % RH, 28 % LH, 28 % RF, 14 % LF	33 Jahre	M: 72 % W: 28 %		8	Therapieeffekt betroffener Musiker unter Durchführung eines sensomotorischen Retraining-Programms

Instrumentengattungen: T: Tasteninstrument; Z: Zupfinstrument; S: Streichinstrument; H: Holzblasinstrument; B: Blechblasinstrument; P: Perkussion
Betroffene Körperteile: RH: rechte Hand; LH: linke Hand; BH: beide Hände; RF: rechter Fuß; LF: linker Fuß; T: Tortikollis; A: Ansatzdystonie (embouchure*)
n. a.: nicht anwendbar; M: Männlich; W: Weiblich; MRT, Magnetresonanztomographie