

Alltagsstress in Liushui

Krankheitsbilder des Bewegungsapparates im bronzezeitlichen Westchina

Von Julia Gresky, Wu Xinhua, Mayke Wagner, Tyede Schmidt-Schultz und Michael Schultz

Schlagwörter: Westchina/Liushui/Bronzezeit/Grab/Anthropologie/Paläopathologie
Keywords: Western China/Liushui/Bronze Age/Burial/Anthropology/Palaeopathology
Предметные слова: Западный Китай/Лиушуй/Погребение/Бронзовый Век/Антропология/Палэопатология

In einer heutigen orthopädischen Praxis gehören Krankheitsbilder, die durch Fehlbelastung oder übermäßig viel Sport bei sonst eher sitzender Tätigkeit verursacht werden, zum Alltag. Zu ihnen zählen Überlastungsschäden der Sehnen und Bänder, der Knochen sowie der Gelenke.

Erstaunlich ist, dass bei der Untersuchung der Knochen aus dem spätbronzezeitlichen Gräberfeld Liushui in Xinjiang, Westchina, obwohl hier körperliches Training zum Alltag gehörte, ebensolche Krankheitsbilder nachgewiesen werden konnten.

Es stellt sich die Frage, was die Menschen in Liushui für Tätigkeiten ausübten, die zu gravierenden Überlastungssymptomen in allen Bereichen des Skeletes führten und welche Rückschlüsse das auf die Lebensweise dieser Population zulässt.

Archäologische Informationen zum Friedhof Liushui

Die Bestattungen von Liushui wurden 2002 von der Arbeitsgruppe Xinjiang des Archäologischen Instituts der Chinesischen Akademie der Sozialwissenschaften am Oberlauf des Keriya-Flusses an der nach Norden, also zum Tarim-Becken hin ausgerichteten Seite des Kunlun-Gebirges auf 2.850 m ü. M. entdeckt. In drei Grabungskampagnen legte die Arbeitsgruppe in den Jahren 2003 bis 2005 insgesamt 52 Grabgruben mit ausgesprochen gut erhaltenem Skeletmaterial von ca. 160 Personen beiderlei Geschlechts frei. Eine Lössschicht von bis zu vier Metern Mächtigkeit hatte die Bestattungen vollständig abgedeckt und sie bis zu diesem Zeitpunkt vor Entdeckung und Beraubung bewahrt. Erst durch Erosion der Terrassenkante an der Fluss-Seite wurde das äußerste Grab am kurz zuvor abgerutschten Hang sichtbar und bei einem Survey entdeckt.

Nach Freilegung der alten Oberfläche zeigte sich, dass die Bestattungen ursprünglich das Aussehen kleiner bis mittelgroßer Kurgane hatten. Dreizehn der Gräber waren oberirdisch durch Steinhügel von maximal 6,6 m Durchmesser, alle anderen durch Steinkreise oder niedrige Steinmauerringe gekennzeichnet. Bei den darunter liegenden, häufig

zusätzlich mit Steinplatten verschlossenen Grabgruben handelte es sich um schlichte vertikale Erdschächte, deren unterschiedliche Größe tendenziell mit der Anzahl der darin bestatteten Personen korrespondiert. In den meisten Fällen waren mehrere Verstorbene in bis zu drei, durch Erde und Geröll getrennten Schichten übereinander in einer Grube niedergelegt worden. Eine hohe Anzahl unvollständiger oder nicht im anatomischen Verband aufgefundener Skelete weist darauf hin, dass man Nach- und Sekundärbestattung praktizierte. Unge störte Skelete lassen auf eine bevorzugte Niederlegung in gehockter Rücken- oder Seitenlage mit der Ausrichtung des Kopfes nach Osten schließen.

Die erhaltenen Ausrüstungsgegenstände und Beigaben sind bei Mehrpersonenbestattungen kaum einzelnen Individuen zuweisbar und quantitativ insgesamt eher bescheiden. Acht Einzelbestattungen heben sich in ihrer Ausstattung nur geringfügig ab, Spuren von Totenbetten aus Holz haben sich als Bodenverfärbungen erhalten. Eine besonders herausragende Einzelpersönlichkeit ist anhand der Grabinventare nicht zu erkennen. Zu den häufig vorkommenden Objekten gehören zu Halsketten aufgezogene Steinperlen, Wetzsteine mit einer Durchbohrung und sogenannte „Augenbrauenstifte“. Für solche hält man etwa zigarettengroße, angespitzte Stein stifte, die offenkundig zum Zeichnen schwarzer Linien benutzt wurden, denn sie waren mit Graphitbrocken vergesellschaftet. In 38 Gräbern fand man Bronzeobjekte, darunter vor allem Messer, Knöpfe, Perlen, Pfeilspitzen, Trensen und Ohrringe. Trensenknebel aus Horn, Pfeilspitzen und Haarnadeln aus Knochen, Kaurischnecken und Muschelperlen kommen lediglich in wenigen Exemplaren vor. Aus diesen alltäglichen Ausrüstungs- und Schmuckelementen sticht die kleine Gruppe von Ohrringen und Perlen aus Gold und Silber deutlich hervor, und zwar nicht nur wegen ihres Materialwertes, sondern vor allem wegen der Form der Ohrringe mit bikonischem Ende, für die es in Xinjiang und östlich angrenzenden Gebieten keine Parallelen gibt.

Ebenso fremd wirken die Keramiktypen. Von den 52 Gräbern waren 35 mit insgesamt 80 Keramikgefäßen ausgestattet. Je ein Topf und ein Napf bildeten in mehreren Fällen einen Satz. Die Gefäße sind

alle verhältnismäßig klein, von Hand aufgebaut, zumeist mit Rundboden und geometrischem Abdruckdekor versehen. Vergleichbare Form- und Dekortypen finden sich erst am mittleren Enisej und am oberen Ob.

Knochen von Ziege/Schaf fanden sich zumeist über der Grabgrube im Umfeld der Steinhügel oder -ringe in kleinen Feuerstellen, die im Zuge von Bestattungs- oder späteren Gedenkfeiern angelegt wurden. Im Gegensatz dazu lagen Pferdeschädel oder auch nur deren Unterkiefer direkt in den Gräbern neben den Verstorbenen, z. T. mit Zaumzeug im Maul.

Die Nutzungsdauer des Bestattungsplatzes Liushui wurde durch Radiokohlenstoffdatierung auf den Zeitbereich zwischen 910 und 770 cal B.C. bestimmt.¹

Für die kulturhistorische Forschung zu Ost-Zentralasien hat der Friedhof von Liushui aus mehreren Gründen einen außerordentlichen Informationswert. Erstens ist er die archäologische Bestätigung der Annahme, dass das Kunlun-Gebirge als Süd-Barriere des Tarimbeckens und Übergang zum Tibet-Plateau auch im Einzugsbereich des Keriya-Flusses von Hirtenvölkern des frühen 1. Jahrtausends v. Chr. bis auf Höhen um 3.000 m ü. M. genutzt wurde. Für die gegenüberliegende Nord-Barriere des Tarimbeckens, den Tian Shan, ist das seit langem bekannt. Zweitens wirft die Identifikation der hier bestatteten Gemeinschaft ein Problem auf. Anlage des Friedhofs, Grabbau, bestimmte Bronzefeilspezientypen und die Gefäßkeramik entsprechen nicht den zeitgleichen nächstliegenden Bestattungen am Unterlauf des Keriya und im Oasengürtel zwischen Kunlun-Gebirge und Taklamakan-Wüste, sondern denen im Altay und Tian Shan sowie ihren nördlich vorgelagerten Steppengebieten. Damit hat es gegenwärtig den Anschein, als sei die Gemeinschaft aus Norden zugewandert und gehöre zum Umfeld der protoskythischen Kulturen. Mit Liushui öffnete sich ein neues Sichtfenster auf diesen Themenkomplex und damit auch ein neuer und weiter Fragenkatalog. Die Art der wirtschaftlichen, kulturellen und sozialen Kontakte zwischen den in Liushui bestatteten Reiternomaden und den aus Friedhöfen am Gebirgsfuß bekannten Bauern zu rekonstruieren, bedarf analytischer Studien der verfügbaren aussagefähigen Fundgruppen. Das menschliche Skeletmaterial gehört zu den ergiebigsten Archiven der Bronzezeit in Ost-Zentralasien, wie die ersten Forschungsergebnisse zeigen.²

¹ Vorbericht mit Details zur Lage des Feldes, Bestattungsweise, Funden, ersten metallurgischen Analysen und Datierungen: Wu et al. 2006.

² Schultz et al. 2007 und vorliegender Bericht.

Material und Methoden

Der Nachweis von Krankheiten, besonders von Erkrankungen des Bewegungsapparates (Sehnen, Bänder, Knochen), ist auch an historischen Skelettfunden noch möglich: Selbst wenn die Weichteile wie Sehnen und Bänder nicht mehr vorhanden sind, können die Spuren ihrer pathologischen Veränderungen auch noch nach Hunderten von Jahren am Knochen zu sehen sein. So können anhand der Knochen, die als primäre biohistorische Urkunden die Verstorbenen repräsentieren, viele Aussagen über Krankheiten und Tätigkeiten der Menschen gemacht werden.³ Dies ist in diesem Fall besonders wichtig, da eine zugehörige Siedlung der Population von Liushui bisher nicht gefunden wurde und sich die Informationen zu den Lebensbedingungen bis jetzt nur auf die paläopathologischen Befunde stützen. Hier zeigt sich, wie in vielen anderen Fällen auch, die zentrale Bedeutung der Paläopathologie als zusätzliche wissenschaftliche Disziplin für die Erforschung frühgeschichtlicher Kulturen und in diesem Fall besonders für das Lebensumfeld nomadisierender Stämme, die keine Siedlungsspuren hinterlassen haben.

Da die Erstellung einer individuellen Krankheitsgeschichte für jedes untersuchte Individuum für diese Publikation zu umfangreich wäre, werden im folgenden Bericht die pathologischen Veränderungen unter dem Schwerpunkt Stressmarker am Bewegungsapparat ausgewertet, um Aussagen für die gesamte Population des Gräberfeldes Liushui zu erhalten. Diese in der Orthopädie heute sehr häufig vorkommenden Krankheitsbilder sind nicht nur von medizinischem Interesse, sondern verdeutlichen gut die täglichen Belastungen und Tätigkeiten und damit einen Teil der Lebensbedingungen, denen die Menschen von Liushui ausgesetzt waren.

In den bisher durchgeführten osteologischen Untersuchungskampagnen 2006⁴ und 2007 wurden insgesamt 68 Skelete aus 21 Gräbern untersucht. Für die Untersuchungen wurden makroskopische und lupenmikroskopische Techniken eingesetzt.⁵ An den Skeleten können außer den direkten Erkrankungen des Knochens wie beispielsweise primäre Tumoren, Knochenbrüche oder Knochenentzündungen auch andere Erkrankungen, die primär das Weichgewebe betreffen und sich erst sekundär am Knochen manifestieren, nachgewiesen werden.

Um die Belastungsmuster einer Population feststellen zu können, müssen die Strukturen untersucht werden, die sich bei körperlicher Belastung

³ Schultz 1982.

⁴ Schultz et al. 2007.

⁵ Schultz 1988.

verändern. Physische Belastung betreffen folgende anatomische Strukturen:

1. Sehnen, welche die Verbindung des Muskels zum Knochen darstellen,
2. Bänder, die am Knochen befestigt sind und eine Haltefunktion haben,
3. Muskeln, die über Sehnen am Knochen ansetzen und durch den Muskelzug zu spezifischen Veränderungen auch am Knochen führen können;
4. den Knochen selbst, der je nach Art der Belastung mit Auf- und Abbau reagiert.

Um ein möglichst umfassendes Bild über die Belastungen zu bekommen, denen die Menschen aus Liushui ausgesetzt waren, werden außer den Sehnen-, Band- und Muskelveränderungen auch die Arthroseintensität und -häufigkeit der Extremitätengelenke und der Gelenke der Wirbelsäule miteinbezogen.

Im Folgenden werden kurz die pathophysiologischen Mechanismen beschrieben, die bei Belastungen des Knochens ablaufen und zu den typischen muskuloskeletalen Stressmarkern am Knochen führen. Die einzelnen Strukturen: Sehnen, Bänder, Muskeln und Knochen, werden in eigenen Abschnitten behandelt. Jeder Abschnitt beginnt mit einer Erklärung der betroffenen anatomischen Struktur und der pathophysiologischen Mechanismen, die eine Veränderung am Knochen hervorrufen können. Die einzelnen Krankheitsbilder werden als Unterpunkte aufgeführt. Diese Abschnitte gliedern sich in eine kurze Erklärung des Krankheitsbildes, eine Beschreibung der typischen Beschwerdesymptomatik und der allgemeinen Auslöser des Krankheitsbildes und einer möglichen Ursache bei der Population in Liushui. Für die meisten Krankheitsbilder werden zur Illustration zusätzlich zu den Abbildungen Fallbeispiele angegeben, die in einem eigenen Kapitel *Fallbeispiele* detaillierter erläutert werden.

Ergebnisse

Pathophysiologische Mechanismen

Die am Knochen sichtbaren Veränderungen, die auf eine Zugbelastung von Muskeln über Sehnen und Bänder zurückgehen, entstehen folgendermaßen: Bänder und Sehnen sind direkt am Knochen und der Knochenhaut befestigt, das heißt Fasern von Band und Sehne sind in der Knochenhaut und in der Knochensubstanz direkt (Sharpey-Fasern) verankert. Ein regelmäßig über einen längeren Zeitraum bestehender Zug dieser Fasern an der gut durchbluteten Knochenhaut führt zu einer Neubildung von Blutgefäßen, was wiederum das Knochenwachstum anregt.⁶ In diesen Bereichen mit erhöhter

Belastung kommt es zu einer Vergrößerung (Hypertrophie) des Knochens; gut ausgeprägte prominente Muskel- und Bandmarken sind das Ergebnis. Muskeln und Bänder, die kaum oder nur wenig beansprucht werden, hinterlassen am Knochen höchstens schwache Veränderungen. In den Bereichen ihrer Befestigung am Knochen bleibt die Knochenoberfläche in der Regel flach und glatt.

Kommt es zu einer Belastung, die über das tolerierbare, das heißt physiologische Maß hinausgeht, können Mikrotraumata am Knochen entstehen.⁷ Diese stellen sich durch kleine bis großflächige Vertiefungen und Lochdefekte in der Knochenoberfläche oder durch leisten- bis zipfelartige Neubildungen dar.

Bei allen die Sehnen, Muskulatur und Bänder betreffenden Erkrankungen ist davon auszugehen, dass wesentlich mehr Menschen unter den Erkrankungen litten als aufgrund einer Knochenmanifestation festgestellt werden konnte, da bei leichter Überbelastung erst nach einiger Zeit Veränderungen am Knochen zu sehen sind.

Krankhafte Veränderungen der Sehnen

Sehnen stellen als kräftiges, wenig dehnbares Gewebe die Verbindung zwischen Muskel und Knochen bzw. der Knochenhaut her. Die Zugbelastung, die von einem Muskel ausgeht, wird über die Sehne auf den Knochen übertragen. Dauert eine gleichförmige Belastung länger an oder kommt es immer wieder zu einer Überanstrengung, kann es zu einer Reizung der Sehne an ihrem Ansatz am Knochen kommen. Die Reizung führt durch die oben genannten Mechanismen zu einer verstärkten Durchblutung und Knochenneubildungen im Bereich des Sehnenansatzes. Einige Beispiele aus den Untersuchungen des Jahres 2007 an den menschlichen Knochen aus Liushui sollen die Veränderungen verdeutlichen, die auf übermäßige körperliche Belastung zurückzuführen sind.

Tennis- und Golferellenbogen (*Epicondylitis humeri lateralis et medialis*)

Der Tennis- (*Epicondylitis humeri lateralis*) bzw. der Golferellenbogen (*Epicondylitis humeri medialis*) ist auf eine Überlastungsreaktion der Unterarmstreckmuskulatur (Tennisellenbogen) bzw. der Unterarmbeugemuskulatur (Golferellenbogen) zurückzuführen.⁸

Eine starke Ausprägung dieses Krankheitsbildes zeigt das Individuum M 45-1, ein adulter Mann, dessen linker Ellenbogen betroffen ist (**Abb. 1**, Fall-

⁶ Hawkey/Merbs 1995, 324.

⁷ Hawkey/Merbs 1995, 329.

⁸ Debrunner 2005, 740.

Abb. 1.
Liushui, Gräberfeld.
M 45-1 adulter Mann.
Hinteransicht beider
Oberarmbeine: krank-
hafte Veränderung des
Sehnenursprungs eines
Teils der Unterarm-
streck- und Unterarm-
beugemuskulatur am
linken Oberarmbein (im
Bild links) durch Über-
lastung der Unterarm-
streck- bzw. der Unter-
armbeugemuskulatur.
Foto: J. Gresky.



Abb. 2.
Liushui, Gräberfeld.
M 24-1 adulter Mann.
Vorderansicht beider
Unterschenkel: krank-
haft veränderter Ansatz
der Patellarsehne
rechts (im Bild links)
durch Laufen und
Springen auf hartem
Untergrund und abrupte
Abbremsbewegungen
hervorgerufen.
Foto: J. Gresky.



beispiel 1). Wie heutige Patienten auch, wird der Mann unter starken Schmerzen im Ellenbogenbereich, die wahrscheinlich bis in die Hand ausstrahlten, gelitten haben⁹. Verstärkt wurden die Schmerzen durch Drehbewegungen und Faustschluss. Bei einem chronischen Verlauf kann es zur Kraftminderung der gesamten Hand- und Fingermuskulatur bis zum kompletten Verlust der Griffstärke kommen. Es kommt zu einer Behinderung ganz alltäglicher Aktivitäten, die aufgrund der Schmerzen kaum noch ausgeübt werden können. Typische Auslöser sind alle Tätigkeiten, die mit länger andauernden und einseitigen Haltearbeiten mit großem Krafteinsatz einhergehen. Heute sind es vor allem monotone Arbeiten, bei denen ein kräftiger Faustschluss benötigt wird wie z. B. Tennisspielen, Fensterputzen, Auto-Polieren. Auch PC-Arbeit mit der Maus kann zu derartigen Beschwerden führen.¹⁰

Für die Menschen in Liushui kann man sich eine ständige Bewegung des Ellenbogengelenkes bei geschlossener Faust, wie beispielsweise beim Benutzen eines Hammers oder eines Schabers vorstellen. Im Fall des Mannes M 45-1 handelt es sich um eine Fehlhaltung und falsche Belastung aufgrund eines älteren Unterarmbruches, der abgesehen von einer stärkeren Achsenabweichung gut

verheilt ist. Durch die Achsenabweichung konnte der Arm nicht mehr in normaler Weise bewegt werden und durch die ständige Bewegung in „Fehlhaltung“ kam es zu einer Überlastung sowohl der Unterarmbeuge- als auch der Unterarmstreckmuskulatur. Der Bruch der Elle und der Speiche scheint nicht medizinisch versorgt gewesen zu sein und der Mann hat nach der Bruchheilung den Arm nicht ausreichend schonen können.

Patellarsehnenreizung, Jumper's knee (*Tendinitis patellae*)

Die Patellarsehnenreizung (*Tendinitis patellae*) ist eine Erkrankung, bei der es zu einer Überlastung der Kniescheibensehne kommt und die vor allem durch heftige Zugbeanspruchungen des vierköpfigen Kniegelenkstreckers (*Musculus quadriceps femoris*) hervorgerufen wird.¹¹ Solche Belastungen treten besonders beim Springen auf, weil die Sehne hierbei stark durch ruckartigen Zug beansprucht wird.

Das Individuum M 24-1, ein adulter Mann, mit einer ausgeprägten Veränderung im Bereich des Sehnenansatzes am rechten Schienbein (**Abb. 2**, Fallbeispiel 2) wird wohl ebenso wie heutige Patienten über belastungsabhängige Schmerzen im Bereich der Kniescheibenspitze geklagt haben. Diese Schmerzen treten besonders zu Beginn und in den intensiveren Phasen der Belastung auf. In ausgeprägten Fällen – wie bei diesem Individuum – treten die Schmerzen nicht nur bei sportlicher Betätigung sondern auch im Alltag, zum Beispiel beim Treppabgehen, auf. Hervorgerufen wird die Sehnenüberlastung der Kniescheibe durch Sprungsportarten wie Volleyball, Basketball, Weit- und Hochsprung aber auch durch Joggen auf hartem Untergrund und durch ungewohnte, neue Belastungen.¹² Für die Population aus Liushui könnte die Fortbewegung in felsigem Gebiet mit Springen, abrupten Abbremsbewegungen und Laufen auf hartem Untergrund ein Grund für das Auftreten dieser Erkrankung sein.

Achillessehnenreizung (*Achillodynie*)

Die Achillessehne dient zur Befestigung der oberflächlichen Wadenmuskulatur an der Ferse. Bei einer Achillessehnenreizung ist die Sehne häufig direkt an ihrem Ansatz am Fersenbein betroffen. Dieses Krankheitsbild neigt zur Chronifizierung und kann in einem Riss der kompletten Sehne enden.¹³ In der Anfangsphase sind die Schmerzen besonders nach

⁹ Debrunner 2005, 740.

¹⁰ Stalder 1992, 1345.

¹¹ Stukenborg-Colesman 2007, 656.

¹² Stukenborg-Colesman 2007, 656.

¹³ Debrunner 2005, 1107.

Ruhe spürbar; später treten sie verstärkt auch unter Belastung auf. Unter anderem sind sie auch durch Druck – beispielsweise Schuhen – auf die Sehne auslösbar.¹⁴

Das Individuum M 28-2, ein adulter Mann, zeigt deutliche Veränderungen am linken Fersenbein, die durch einen ständigen Zug der Sehne am Knochen hervorgerufen wurden (**Abb. 3**, Fallbeispiel 3). Solche Veränderungen entstehen durch ständige gleichförmige Belastung: Viele Langstreckenläufer und Skifahrer leiden darunter. Besonders Läufe auf hartem oder unebenem Untergrund sowie ruckartige Belastungen wie Sprünge, Sprints, Abstopp-Bewegungen etc. führen zur Ausbildung einer Achillessehnenreizung. Auch bei kurzen, ungewohnten Belastungen oder einer Fehlstatik bei Plattfüßen oder Sprunggelenksarthrose kann es zu einer solchen Sehnenreizung kommen.

In Liushui kann man den unebenen harten Untergrund, das lange Laufen und ruckartige Belastungen mit Sprüngen im Gebirge als Hauptursache ansehen.

Sehnenscheidenentzündung (*Tendovaginitis*)

An mechanisch besonders belasteten Stellen sind die Sehnen von einer Sehnenscheide umgeben. Die schlauchartigen mit Gelenkschmiere gefüllten Hüllen können ebenso wie die Sehnen von einer Entzündung betroffen sein. Durch Überbelastung durch einseitige monotone Bewegungen können kleine Verletzungen entstehen, die zu einer Aufrauung und Entzündung der Sehnenscheide führen.¹⁵ Eine Sehnenscheidenentzündung äußert sich durch ziehende Schmerzen im Bereich der beanspruchten Sehne. Häufig kommt es zu einer lokalen Schwellung mit Überwärmung. In ausgeprägten Fällen treten die Schmerzen nicht nur bei Bewegung, sondern auch schon in Ruhe auf.

Besteht die Sehnenscheidenentzündung über einen längeren Zeitraum wie bei dem adulten Mann M 21-3 am rechten Fersenbein (**Abb. 4**, Fallbeispiel 4), kann es aufgrund der engen Lage der Sehnenscheiden am Knochen durch die Entzündung zu Knochenveränderungen kommen. Jedes Auftreten und vor allem das Abrollen des Fußes beim Gehen wird außerordentlich schmerzhaft gewesen sein. Die hier betroffene Sehnenscheide umhüllt den *Musculus fibularis longus*, der an der Wadenaußenseite liegt und den Fuß im oberen Sprunggelenk beugt, das heißt die Fußsohle und die Zehen nach unten bewegt. Eine Sehnenscheidenentzündung in diesem Bereich kann durch übermäßige Belastung wie stän-



Abb. 3.

Liushui, Gräberfeld. M 28-2 adulter Mann. Hinteransicht beider Fersenbeine: krankhaft veränderter Ansatz der Achillessehne links (links im Bild). Eine Achillessehnenreizung kann durch Langstrecken gehen oder laufen sowie ruckartige Belastungen hervorgerufen werden. Foto: J. Gresky.



Abb. 4.

Liushui, Gräberfeld. M 21-3 adulter Mann. Außenfläche beider Fersenbeine: krankhafte Veränderungen aufgrund einer Sehnenscheidenentzündung rechts (links im Bild); kann ebenfalls durch Dauerlaufleistung hervorgerufen werden. Foto: J. Gresky.

diges Laufen besonders auf unebenem hartem Grund, aber auch durch eine Fußfehlstatik entstehen. Für den Mann aus Liushui können beide Gründe als Ursache in Frage kommen.

Sehnenriss

Sehnen können durch ein plötzliches Trauma, beispielsweise einen Sturz oder beim Heben schwerer Lasten, reißen. Häufiger jedoch tritt ein Sehnenriss nach einer Vorschädigung durch degenerative Veränderungen im Bereich der Sehne auf. Begünstigend für einen Sehnenriss wirken auch bestehende Sehnen- und Sehnenscheidenentzündungen. Im Gegensatz zu den vorher genannten Krankheitsbildern gibt es bei dem Sehnenriss keine vollständige Heilung mehr; im Gegenteil, der anfangs kleine Spalt reißt immer weiter auf. Eine Rekonstruktion einer gerissenen Sehne ist nur noch operativ zu erreichen.

Ein Beispiel für einen häufig vorkommenden Sehnenriss zeigt der adulte Mann M 37-3, der einen Riss in der Sehnenplatte der Muskulatur, die den Arm im Schultergelenk nach außen rotiert (Rotatorenmanschette), erlitten hat, dessen nachfolgende Veränderungen am rechten Schulterblatt zu sehen sind (**Abb. 5**, Fallbeispiel 5). Als Grund kommt ein Unfall mit Sturz auf den Arm und Riss der Sehne in Betracht. Allerdings reißt die Sehne bei gesunden jungen Menschen nur in Extremfällen,¹⁶ so dass, wenn es sich um ein akutes Unfallereignis gehandelt haben sollte, es ein sehr schwerer Sturz gewesen sein müsste. Der häufigere Grund für einen

¹⁴ Wülker/Bertsch 2007, 705.

¹⁵ Debrunner 2005, 1177.

¹⁶ Debrunner 2005, 729.

Abb. 5.

Liushui, Gräberfeld.
M 37-3 adulter Mann.
Vorderansicht beider
Schulterblätter: krank-
hafte Veränderungen
an der rechten Schul-
terhöhe, die auf eine
Schädigung der Rotato-
renmanschette zurück-
zuführen sind (rechts
im Bild) – oft durch
einseitige Arbeiten wie
Bogenschießen, Häm-
mern, aber auch durch
Einreiten von Pferden
hervorgerufen.
Foto: J. Gresky.



Sehnenriss ist die Vorschädigung der Sehne durch Degeneration.¹⁷ Als Voraussetzung für eine Degeneration muss der junge Mann in seinem Leben über einen längeren Zeitraum eine sehr schwere Tätigkeit verrichtet haben, die das Schultergelenk über die Norm belastet hat, so dass es zu einer Zerstörung der Sehnen kommen konnte. Um eine vorgeschädigte verschlissene Sehne reißen zu lassen, reicht

häufig eine Alltagsbelastung aus. Geht man von einem akuten Unfallgeschehen aus, kommt ein Sturz vom Pferd oder auch aus geringer Höhe in Betracht. Zu einem Sehnenriss kann es auch beim Einreiten eines Pferdes durch einen heftigen starken Ruck kommen. Eine vorzeitige Degeneration der Rotatorenmanschette kann durch schweres Heben und Tragen entstehen; einseitige Arbeiten wie Bogenschießen, Arbeit mit dem Hammer oder häufige Mikrotraumata durch heftige Bewegungen wie beim Bändigen eines Pferdes könnten weitere Ursachen sein.

Der Mann wird starke stechende Schmerzen in der rechten Schulter gehabt haben, die besonders bei Bewegungen des Armes nach oben und nachts beim Liegen auftraten. Aufgrund der Schwere der Veränderungen, die auf einen großflächigen Sehnenriss hinweisen, wird er unter einem erheblichen Kraftverlust beim Heben des Armes gelitten haben.

Reizung der Plantaraponeurose, Fersensporn
(*Plantarfasziitis*)

Die Reizung der Plantaraponeurose und des darunter liegenden *Musculus flexor digitorum brevis* führen bei einer Überlastung des Fußes häufig zu einem Fersensporn.¹⁸ Die Plantaraponeurose ist eine kräftige Bandstruktur, die unterhalb des knöchernen Fußgewölbes von der Ferse bis zu den Zehen verläuft und dadurch das Fußgewölbe stabilisiert. Sobald der Fuß beim Laufen und Stehen unter Last ist, wird die Plantaraponeurose auf Zug beansprucht und gespannt. Kommt es zu einer übermäßigen Belastung, treten Veränderungen am Bandansatz am Fersenbein auf. Übergewicht spielt für dieses Krankheitsbild eine große Rolle. Heutzutage ist die Reizung der Plantaraponeurose eines der häufigsten Fußprobleme überhaupt. Ebenso scheint es eine häufig auftretende Problematik bei den Individuen aus Liushui gewesen zu sein.

Deutliche knöcherne Veränderungen sieht man beispielsweise am rechten Fersenbein des Individuums M 40-3, einem adulten Mann (**Abb. 6; 7**, Fallbeispiel 6). Es werden wahrscheinlich wesentlich mehr Individuen unter derartigen Problemen gelitten haben als durch die Untersuchung der Knochen beweisbar ist; denn Fersenschmerzen sind häufiger ein Weichteilproblem und stellen sich erst relativ spät durch knöcherne Neubildungen wie einem Fersensporn dar. Zum Beschwerdebild gehören morgendlicher Anlaufschmerz und stechender Fersenschmerz nach längeren Ruhephasen besonders beim Abrollen des Fußes. Heute ist es ein bekanntes Krankheitsbild bei Langstreckenläufern. Durch eine dauerhafte Be-

Abb. 6.

Liushui, Gräberfeld.
M 40-3 adulter Mann.
Außenfläche des rechten
Fersenbeins: Fersensporn. Eine solche
knöcherne Neubildung
wird durch Dauerbelastung – z. B. bei langen
Fußmärschen oder
beim Tragen schwerer
Lasten – hervorgerufen.
Foto: J. Gresky.

**Abb. 7.**

Liushui, Gräberfeld.
M 40-3 adulter Mann.
Untere hintere Fläche
des rechten Fersen-
beins: Fersensporn.
Foto: J. Gresky.



¹⁷ Rolf/Gohlke 2007, 835.

¹⁸ Wanivenhaus 2007, 781.

lastung, beispielsweise bei langen Fußmärschen, viel Laufen bei schwerem Körpergewicht oder Tragen schwerer Lasten kann es zur Entstehung eines Fersenspornes kommen.¹⁹ Ein nomadisierendes Leben stellt einen realistischen Grund für eine Häufung solcher Fußbeschwerden dar.

Krankhafte Veränderungen der Bänder

Bänder sind Bindegewebszüge, die Knochenstrukturen miteinander verbinden und Gelenke stabilisieren. Sie lassen gewisse Bewegungen zu, verhindern aber eine übermäßige Beweglichkeit in allen Richtungen. Bänderdehnungen oder Bänderrisse entstehen, wenn durch ein Trauma oder falsche Belastung die Bänder übermäßig gedehnt werden. Bei einem länger andauernden Stress kommt es wie bei den vorher besprochenen Sehnen zu einer verstärkten Durchblutung der Knochenhaut und dadurch hervorgerufene Knochenneubildungen im Bereich des Bandansatzes.

Wesentlich stärkere Veränderungen hinterlassen heftige Bänderzerrungen und -risse. Hierbei können im Verlauf der Heilung relativ große Knochenneubildungen entstehen, bei denen es sich um verknöcherte Bänder- und bei gelenknahen Rissen auch um verknöcherte Kapselstrukturen handelt.

Bänderriss

Ein Bänderriss wird meist durch ein plötzliches traumatisches Ereignis hervorgerufen. Es kommt zu Blutergüssen (Hämatomen), die während des Heilungsverlaufes über bindegewebige Vorstufen in knöcherne Neubildungen umgebaut werden.²⁰ Am Knochen sieht man zum Teil große, unregelmäßige Knochenneubildungen, bei denen es sich um verknöcherte Bänder- und Kapselstrukturen handelt.

Bei dem senilen Mann M 56-1 ist das linke obere Sprunggelenk betroffen (**Abb. 8**, Fallbeispiel 7). Die Bänder und die bindegewebige Membran zwischen beiden Unterschenkelknochen waren stark überdehnt, wenn nicht sogar gerissen. Dies kann bei einem Unfall – wie einem Sprung aus großer Höhe – oder durch ein sehr heftiges Umknicken geschehen. Der Mann wird akut starke Schmerzen über den verletzten Bändern mit Schwellung und Bewegungseinschränkung – besonders beim Heben des Fußrückens – gehabt haben. Das Auftreten und Belasten des Fußes wird die Schmerzen erheblich verstärkt haben.



Abb. 8. Liushui, Gräberfeld. M 56-1 seniler Mann. Hinteransicht des linken Sprunggelenks (Waden- und Schienbein): krankhafte Veränderungen, die auf einen Bänderriss durch Sprung oder Sturz aus großer Höhe zurückzuführen sind. Foto: J. Gresky.



Abb. 9. Liushui, Gräberfeld. M 37-3 adulter Mann. Außenfläche beider Hüftbeine: aufergewöhnlich starke Lippenbildung an den Darmbeinkämmen, die durch sehr kräftige schräge Bauchdeckenmuskulatur hervorgerufen wird. Die schräge Bauchdeckenmuskulatur wird besonders beim Schaukeln/Graben oder beim Ziehen von Lasten beansprucht. Foto: J. Gresky.

Krankhafte Veränderungen der Muskeln

Muskel-Sehnen-Überlastung (*Myotendopathie*)

Da die Muskeln über Sehnen am Knochen ansetzen, ist die Größe und Form der Sehnenansätze indirekt ein Zeichen der Muskelgröße und -aktivität: Bei starker Beanspruchung der Muskeln sind ihre Sehnenansätze am Knochen kräftig und prominent ausgebildet, bei geringer Aktivität heben sie sich kaum vom Oberflächenniveau des Knochens ab. Je kräftiger ein Muskel ausgebildet ist, desto größere Ansatzmarken zeigen sich am Knochen.²¹

Bei dem adulten Mann M 37-3 sind sehr kräftige Sehnenansätze des schrägen Bauchdeckenmus-

¹⁹ Wanivenhaus 2007, 781.

²⁰ Schultz 2001.

²¹ Hawkey/Merbs 1995, 329.

Abb. 10.
Liushui, Gräberfeld.
M 45-1 adulter Mann.
Hinteransicht der unteren Enden beider Oberschenkel: Spuren einer Myositis ossificans („Verknöchern“ alter Blutergüsse am Sehnenansatz) des rechten äußeren Oberschenkelstreckers (rechts im Bild) als Folge eines Schlages oder Pferdetritts. Foto: J. Gresky.



kels an der starken lippenartigen Neubildung des Darmbeinkammes beider Hüften zu sehen (**Abb. 9**, Fallbeispiel 8). Trainiert werden die schrägen Bauchdeckenmuskeln bei Tätigkeiten mit einer Drehbewegung des Ober- gegen den Unterkörper, besonders intensiv unter einer zusätzlichen Last, beispielsweise bei Bewegungen wie Schneeschippen. Tätigkeiten wie Schießen oder das Ziehen von Lasten oder Tieren während des Reitens sind denkbare Ursachen für die starke Ausprägung bei dem Mann aus Liushui.

Eine Veränderung, auf die Schultz und Kollegen²² im ersten Bericht über Liushui hingewiesen haben, konnte auch in der aktuellen Untersuchung beobachtet werden: Etwas oberhalb des Kniegelenkes sind die Ansatzmarken der Muskulatur auf der Oberschenkelinnenseite deutlich verstärkt ausgebildet mit kleinen proliferativen Neubildungen, die auf eine Muskelsehnenzerrung hindeuten. Diese Muskeln werden vor allem beim Reiten beansprucht und zwar besonders, wenn der Reiter ohne Sattel und Steigbügel reitet.

Muskelfaserriss, *Myositis ossificans*

Muskelfaserrisse oder stumpfe Traumata sind häufig auftretende Verletzungen besonders der Oberschenkel- und Wadenmuskulatur. Ist der Muskel einer Extrembelastung ausgesetzt, z. B. bei abrupten Stopps und Sprints, kann die auftretende extreme Zugbelastung auf die Muskelfasern nicht mehr abgefangen werden und die Fasern reißen. Es kommt zu einer Einblutung in das Gewebe.

Der Bluterguss wird erst bindegewebig umgebaut und kann später zum Teil knöchern umgewandelt werden.²³

Liegt der Bluterguss nicht oberflächlich sondern in der Nähe des Knochens, sind Spuren als kleine bis größere Neubildungen am Knochen sicht-

bar (**Abb. 10**, Fallbeispiel 9) wie am rechten Oberschenkelbein des adulten Mannes M 45-1. Diese Art einer Komplikation im Heilungsverlauf tritt vor allem durch mangelnde Schonung bei zu früher Mobilisierung auf. Das deutet darauf hin, dass der Mann und mit ihm wohl die meisten Menschen aus Liushui nicht viel Zeit hatten, solche Verletzungen heilen zu lassen. Ein Muskelfaserriss ist akut lokal sehr schmerzhaft und führt zu einer Funktionseinschränkung des Muskels über längere Zeit.²⁴

Ein Muskelfaserriss kommt häufig bei Sportarten mit starker Beschleunigung vor wie etwa Fußball, Handball, Kurzstreckensprint, Squash, Tennis, etc. Kalte Witterung und mangelhaftes Aufwärmen vor sportlichen Betätigungen erhöhen das Risiko einer Verletzung. In vielen Fällen kann es auch durch ein stumpfes Trauma zu einem Riss der Muskelfasern kommen. In Liushui kann als Ursache entweder eine übermäßige Belastung durch Sprung oder Sprint oder auch ein Schlag oder Pferdetritt kurz oberhalb des Knies in Frage kommen.

Krankhafte Veränderungen des Knochens

Stressfrakturen

Stressfrakturen, das heißt Ermüdungsbrüche können an allen Skelettbereichen auftreten, die einer übermäßigen Belastung ausgesetzt sind. Eine Stressfraktur entsteht durch kontinuierliche unphysiologische Belastung des Knochens. Durch eine immer wiederkehrende gleichförmige Belastung eines bestimmten Bereiches des Knochens kann auch ein starker Knochen geschädigt werden.²⁵ Es kommt zu kleinen Mikrofrakturen im Knochen; er wird „spröde“. Die mikroskopisch feinen Risse im Knochen werden immer größer und bei fortwährender Belastung kommt es zum makroskopisch sichtbaren Bruch. Die Ermüdungsbrüche äußern sich häufig durch Dauerschmerz und nur selten durch ein akutes Schmerzereignis.

Stressfrakturen an den Füßen

Sehr häufig finden sich Frakturen im Bereich der unteren Extremität; hier sind besonders die Füße betroffen. Die Zahl der Stressfrakturen nimmt heute aufgrund steigender sportlicher Betätigung zu und tritt vermehrt bei Laufsportlern auf.²⁶ Zu den Risikofaktoren für eine Stressfraktur am Fuß zählen Ermüdung der Muskulatur, Fehlstatik oder Fußdeformitäten. Differentialdiagnostisch zu Stressfrakturen

²² Schultz et al. 2007.

²³ Debrunner 2005, 1024.

²⁴ Debrunner 2005, 1024.

²⁵ Debrunner 2005, 629.

²⁶ Büntrup 2007.

sind besonders im Bereich der Fußwurzel Zusatzknochen zu beachten, die nicht immer klar von frakturbedingten Absprengungen am Knochen trennbar sind.²⁷ Diese Zusatzknochen sind meistens unauffällig und rufen keine Symptome hervor. Besteht jedoch eine erhöhte Belastung des Fußes, kann es zu einem Reiben des Zusatzknochens an den benachbart liegenden Fußwurzelknochen kommen²⁸ und Zeichen einer Arthrose mit knöchernen Neubildungen und unregelmäßiger Oberfläche können auftreten. Bei solchen Veränderungen kommt es zu einer Entzündung mit Schmerzen und Schwellung. In Liushui zeigen viele Individuen eine zum Teil stark ausgeprägte arthrotische Veränderung an den Zusatzknochen, was für eine deutlich vermehrte Belastung der Füße spricht (**Abb. 11**, Fallbeispiel 10). Eine teilweise durch Fraktur entstandene Absprengung von kleinen Knochenstücken an den Stellen, an denen es auch zum Auftreten der genetisch bedingten Zusatzknochen kommen kann, ist nicht auszuschließen.

Stressfrakturen am Schulterblatt

Eine ähnliche Problematik in der Differenzierung Stressfraktur oder genetisch bedingte Verwachsungsstörung besteht am Schulterblatt. Eine genetisch bedingte Störung führt dazu, dass der außenseitliche (laterale) Fortsatz der Schulterhöhe (*Acromion*) nicht mit dem Schulterblatt verwächst und das laterale Stück als eigenständiger Knochen (*Os acromiale*) bestehen bleibt. Ist der laterale Fortsatz der Schulterhöhe mit dem Schulterblatt fest verwachsen, kann er aufgrund dauernder gleichförmiger Belastung im Sinne einer Stressfraktur abbrechen. Die Ursachen für eine Spaltbildung an der Schulterhöhe werden kontrovers diskutiert.²⁹ Ist die Veränderung aufgrund einer Stressfraktur entstanden oder hat sich die Wachstumsfuge wegen übermäßiger Zugbelastung nicht regulär schließen können, sind dies Hinweise auf eine unphysiologisch hohe Belastung.

Ein Beispiel hierfür ist bei dem adulten Mann M 55 an der rechten *Scapula* zu sehen (**Abb. 12**, Fallbeispiel 11). Der unregelmäßige Rand der Bruchfläche zeigt deutliche Spuren, wie sie bei einer Arthrose beobachtet werden.

Unabhängig von der genauen Ursache sprechen die Veränderungen für eine hohe Belastung der Arme im Schultergelenk, was in Liushui beispielsweise durch Bogenschießen erklärt werden kann.



Stressfrakturen der Wirbelbögen
(erworbene *Spondylolysis*)

Im Bereich der Wirbelsäule können ebenso wie an den Extremitäten durch übermäßige Belastung Stressfrakturen entstehen. An den Wirbeln treten Bogenschlussstörungen (*Spondylolysis*) auf. Eine *Spondylolysis*, das heißt die Kontinuitätsunterbrechung eines Wirbelbogens kann angeboren sein und tritt häufig als Zufallsbefund im Röntgenbild auf. Deshalb ist sie nicht immer als eigenständiges Krankheitsbild zu werten. Es handelt sich um eine Schwachstelle in der Wirbelsäule, die am häufigsten im unteren Lendenwirbelbereich auftritt: in 80% ist der 5. Lendenwirbel, in 10–15% der 4. Lendenwirbel betroffen.³⁰

Ein Bruch zwischen dem Wirbelkörper und Wirbelbogen kann aber auch durch eine dauerhafte physische Überlastung entstehen.³¹ Oft treten derartige Ermüdungsbrüche schon im Alter von 7–8 Jahren auf. Begünstigend wirken Sportarten und Tätigkeiten mit extremer Rückenbeugung, das heißt sich häufig wiederholende Beuge – und Streckbewegungen sowie Drehbewegungen. Zu prädisponierenden Sportarten gehören beispielsweise Speerwerfen, Delphinschwimmen, Rudern, Turnen oder Trampolinspringen. Die Gefahr bei einer *Spondylolysis* ist die erhöhte Mobilität in dem betroffenen Wirbelsäulensegment, die zu einem Wirbelgleiten (*Spondylolisthesis*)



Abb. 11.
Liushui, Gräberfeld.
M 56-1 adulter Mann.
Hinteransicht beider
Kahnbeine des Fußes:
teilweise verwachsener
Zusatzknochen am
rechten (rechts im Bild)
und abgebrochener Zu-
satzknochen am linken
Kahnbein (links im Bild)
durch vermehrte
Belastung der Füße.
Foto: J. Gresky.

Abb. 12.
Liushui, Gräberfeld.
M 55 adulter Mann.
Vorderansicht der rech-
ten Schulterhöhe:
krankhaft veränderte
Oberfläche nach einem
Bruch oder Arthrose bei
einem *Os acromiale*
durch Überbelastung
der Arme im Schulter-
gelenk z. B. durch
Bogenschießen.
Foto: J. Gresky.

²⁷ von Lanz/Wachsmuth 1938, 358–359; Köhler 1943, 159, 168.

²⁸ Köhler 1943, 173.

²⁹ Stirland 1984, Miles 1994, Teegen/Schultz 2003, Schultz/Schmidt-Schultz 2005.

³⁰ Debrunner 2005, 843.

³¹ Resnick/Niwayama 1981, 2249.



Abb. 13.
Liushui, Gräberfeld.
M 46-1 adulter Mann.
Deckplatte des
11. Brustwirbelkörpers:
Bruch, der durch stän-
dige stauende Belas-
tung wie etwa beim
Reiten entstanden sein
kann. Foto: J. Gresky.



Abb. 14.
Liushui, Gräberfeld.
M 56-1 seniler Mann.
Grundplatte des
12. Brustwirbelkörpers:
Bruch durch einmaliges
Ereignis wie Sturz aus
geringer Höhe oder
Sprung vom Pferd.
Foto: J. Gresky.



Abb. 15.
Liushui, Gräberfeld.
M 45-2 adulter Mann.
Linkes oberes Wirbel-
bogengelenk des
5. Lendenwirbels: Bruch
durch dauerhafte, ein-
seitige Belastung.
Foto: J. Gresky.

thesis) führen kann, das wiederum Schmerzen und degenerative Veränderungen der Wirbelsäule nach sich zieht. Die Schmerzen äußern sich meist uncharakteristisch im Lenden- und Kreuzbereich mit Ausstrahlung in die Beine besonders bei Streck- und Drehbelastung.

Stressfrakturen der Wirbelkörper- und Wirbelbogengelenke

Stressfrakturen im Bereich der Wirbelkörper- und der kleinen Wirbelbogengelenke haben im Gegen-

satz zu den vorher genannten möglichen Stressfrakturen keine weitere genetische Ursache. Bei ihnen handelt es sich um eine Reaktion auf Überlastung durch stauende Bewegungen wie sie zum Beispiel beim Reiten auftreten kann.

Das Individuum M 46-1, ein 18–20 jähriger Mann, hat Brüche der Deck- und Grundplatten im 5. bis 12. Brustwirbelkörper (**Abb. 13**, Fallbeispiel 12). Da eine Osteoporose ausgeschlossen werden kann, kommen als Auslöser für Wirbelkörperbrüche Stürze oder Sprünge aus großer Höhe in Frage. Da die Wirbelkörperbrüche aber einen unterschiedlichen Heilungszustand aufweisen, der auf eine Entstehung der Brüche zu unterschiedlichen Zeiten hinweist, kann es sich nicht um ein einmaliges schweres Sturzereignis gehandelt haben. Es ist also nicht von einer einmaligen traumatischen Ursache der multiplen Wirbelkörperbrüche auszugehen, sondern von einem länger andauernden Prozess, der immer wieder zu einem Bruch geführt hat. Da der junge Mann unter Skorbut litt, kann diese Erkrankung, die aufgrund einer geringeren Stabilität des Kollagens zu einer verminderten Knochenfestigkeit führt, eine wichtige Voraussetzung für die massiven Wirbelkörperbrüche gewesen sein. Als Belastung, die zu einem solchen Befund geführt hat, kommt eine über längeren Zeitraum gleichförmige stauende Belastung, wie sie beim Reiten auftritt, in Betracht.

Bei dem 60–70 jährigen Mann M 56-1 ist ebenfalls ein Bruch des 12. Brustwirbels zu sehen (**Abb. 14**, Fallbeispiel 13). Im Gegensatz zu dem jungen Mann handelt es sich bei dem kräftigen älteren Individuum, das keine Anzeichen einer Osteoporose aufweist, um eine Fraktur, die wohl durch ein einmaliges Ereignis ausgelöst wurde. Hierbei könnte es sich um einen Sturz aus geringer Höhe oder einen Sprung vom Pferd gehandelt haben.³² Auch heutzutage ist die häufigste Stelle für Frakturen der thorakolumbale Übergang.³³ Hingegen würden Stressfrakturen an mehreren Wirbeln Spuren hinterlassen.

Das Individuum M 45-2, ein 18–21 jähriger Mann, zeigt Frakturen der oberen Wirbelbogengelenke des 4. bis 6. Lendenwirbels, die rechts stärker als links ausgeprägt sind (**Abb. 15**, Fallbeispiel 14). Diese Frakturen können im Sinne einer Stressfraktur durch dauerhafte einseitige Belastung, aber auch durch einen Sturz aus großer Höhe entstehen. Bei einem Sturzereignis wären ausgeprägtere Veränderungen wie beispielsweise eine Beteiligung der Wirbelkörper zu erwarten.

³² Arand/Kinzl 2007, 464.

³³ Greenberg 1994, Debrunner 2005, 896.

Arthrose

Als Arthrose werden alle Gelenkveränderungen bezeichnet, bei denen es zu einer Degeneration des Gelenkknorpels und zu einer nachfolgenden Zerstörung (häufig zusammen mit Knochenneubildungen) der knöchernen Gelenkflächen kommt.³⁴ Die Ursachen einer Arthrose sind sehr vielfältig: Konstitutionelle Risikofaktoren wie Alter und Geschlecht, Stoffwechsel- und hormonelle Störungen und besonders mechanische Risikofaktoren können eine Arthrose begünstigen. Als wichtigste mechanische Risikofaktoren sind Gelenkverletzungen wie Frakturen und Verletzungen, die die Gelenkstabilität herabsetzen, Fehlstatik und chronische Gelenkschädigungen zu nennen. Günther und Fickert beschreiben eine chronische Gelenkschädigung als „repetitive Mikrotraumatisierung infolge beruflicher oder sportlicher Belastung“.³⁵ Eine Arthrose kann sich theoretisch an jedem Gelenk manifestieren. Je nach Belastungsmaß sind einige Gelenke gar nicht bis geringgradig, manche besonders ausgeprägt betroffen.

Arthrose der Extremitätengelenke

Die Arthrose der großen und kleinen Extremitätengelenke gibt Aufschluss über Bereiche des Bewegungsapparates, die besonders viel oder schwer beansprucht wurden. Bei Gelenken, die im Laufe des Lebens besonders viel benutzt werden, kann der schützende Knorpelüberzug der Gelenkflächen an Dicke abnehmen. Wenn sich die knöchernen Flächen der Gelenke berühren, kommt es zu arthrotischen Veränderungen mit knöchernen Neubildungen und/oder knöchernem Substanzverlust, die eine unregelmäßige Oberfläche bedingen, deren Schweregrad zunimmt, je mehr das Gelenk weiterhin belastet wird. Anhand der arthrotischen Veränderungen kann auf die Stärke der Belastung geschlossen werden, die auf die Gelenke eingewirkt hat. Zusätzlich kann auch anhand des Verteilungsmusters der Arthrose festgestellt werden, welche Gelenke besonders häufig belastet wurden. Aus der Belastungshäufigkeit verschiedener Gelenke erhält man Rückschlüsse auf die Tätigkeiten, welche die Menschen über einen längeren Zeitraum ausgeführt haben: Bei Arbeiten wie beispielsweise dem Bogenschießen oder dem Mehlmalen mit einem Reibestein, etc., werden die Schulter- bzw. die Ellenbogengelenke besonders belastet. Eine Belastungsrekonstruktion kann aufgrund des Verteilungsmusters der Muskelmarken und der von Arthrose betroffenen Gelenke durchgeführt werden.

³⁴ Günther/Fickert 2007, 261.

³⁵ Günther/Fickert 2007, 262.



Abb. 16. Liushui, Gräberfeld. M 40-2 mature Frau. Hinteransicht des linken Oberschenkelbeins: degenerative Veränderungen auf der äußeren Gelenkrolle (links im Bild). Foto: J. Gresky.

Eine Arthrose muss primär nicht unbedingt schmerzhaft sein. Durch eine gute Muskelführung kann auch ein verformtes Gelenk noch ohne Schmerzen funktionieren. Kommt es aber aufgrund der nicht mehr kongruenten Gelenkflächen zu einer Entzündung und dadurch bedingten knöchernen Neubildung, treten bei nicht ausreichend muskulär stabilisierten Gelenken Schmerzen besonders bei Belastung – bei einem länger dauernden Prozess später auch in Ruhe – auf. Eine Schwellung und Überwärmung der Gelenke geht häufig mit den Schmerzen einher.

Für eine Beurteilung der Häufigkeit der Arthrose wurden die großen Extremitätengelenke einzeln beurteilt, die kleineren Gelenke der Hände und Füße wurden nach Abschnitten zusammengefasst. Für den Schweregrad der Arthrose wurde die Einteilung nach Schultz³⁶ gewählt. Hierbei werden drei verschiedene morphologische Zustände in die Stadien 0–VI eingeteilt, wobei eine schwere Arthrose, die in der Regel mit Beschwerden einhergeht, ab dem Stadium III vorliegt (**Abb. 16**, Fallbeispiel 15). In dieser Übersichtsstudie werden alle Gelenke mit einer arthrotischen Veränderung ab Grad IV als krank gewertet, so dass nur geringgradige Veränderungen nicht mit in die Bewertung eingehen.

Arthrose der Wirbelsäule (Spondylosis und Spondylarthrosis)

Arthrotische Veränderungen können ebenso wie an den Extremitätengelenken auch an den kleinen Gelenken der Wirbelsäule vorkommen. Die Wirbelsäulen der Individuen von Liushui wurden auf pathologische Veränderungen an den Wirbelkörper- und an den kleinen Wirbelbogengelenken untersucht (**Abb. 17**, Fallbeispiel 16). Eine Einteilung in das oben beschriebene Schema nach Schultz³⁷ wurde auch für die

³⁶ Schultz 1988.

³⁷ Schultz 1988.

Wirbelsäule durchgeführt. Die Degeneration der Bandscheiben und kleinen Wirbelbogengelenke hat vielfältige Ursachen: Sie kann unter anderem durch körperliche Überlastung im Beruf und Sport (Bücken,

schweres Heben), Wirbelsäulenfehlstatik und -instabilität, Muskelschwäche und Übergewicht entstehen. Als Symptome treten im Verlauf des Tages und mit Belastung zunehmende tief sitzende dumpfe Rückenschmerzen auf. Bewegungseinschränkung der Lendenwirbelsäule mit morgendlichem Steifheitsgefühl und Muskelverspannungen kommen hinzu.

Abb. 17.
Liushui, Gräberfeld.
M 21-2 seniler Mann.
Unteransicht des
3. Halswirbels: degenerative
Veränderungen
am Wirbelkörper
und am linken Wirbelbogen-
gelenk (rechts im Bild).
Foto: J. Gresky.



Abb. 18.
Liushui, Gräberfeld.
M 24-2 adulter Mann.
Rechte Seitenansicht
des 10. Brust- bis
2. Lendenwirbels: der
1. Lendenwirbel zeigt
eine deutliche Höhen-
minderung der Vorder-
kante. Grund für eine
Höhenminderung kann
eine Wachstumsstörung
(z. B. bei Morbus
Scheuermann) bei über-
mäßig starker körper-
licher Belastung sein.
Foto: J. Gresky.



Morbus Scheuermann, Adoleszentenkyphose (*Osteochondritis deformans juvenilis dorsi*)

Unter der Scheuermannschen Krankheit versteht man eine im Jugendalter auftretende Wachstumsstörung der Deck- und Grundplatten der Wirbelkörper besonders im Bereich der Brustwirbelsäule.³⁸ Eine eigentliche Ursache ist bisher nicht bekannt. Eine genetische Disposition mit familiärer Häufung, eine Minderbelastbarkeit der Wirbelkörper oder Anomalitäten und eine übermäßig starke körperliche Belastung in der Wachstumsphase werden als Ursachen diskutiert. Zwischen dem 11. und 17. Lebensjahr ist die Wirbelsäule besonders sensibel für Entwicklungsstörungen.³⁹ Kraftaufwendige Sportarten wie Leistungsturnen und Trampolinspringen können die Entstehung eines Morbus Scheuermann begünstigen. Eine wesentliche Rolle spielt heutzutage die schwache Muskulatur bei Kindern vor allem in Kombination mit vermehrter Biegebelastung wie beispielsweise bei langem gebeugten Sitzen.

Die morphologischen Zeichen eines Morbus Scheuermann (**Abb. 18; 19**, Fallbeispiel 17), die auch am Skelet diagnostiziert werden können, sind Keilwirbel und kleine Gruben, die durch Bandscheibenvorfälle in den Deck- und Grundplatten des Wirbelkörpers hervorgerufen werden (Schmorlsche Knorpelknötchen). Keilwirbel sind nicht spezifisch für die Scheuermannsche Krankheit; sie können auch durch Brüche oder Infektionen (z. B. Tuberkulose) entstehen. Die beim Morbus Scheuermann auftretenden Keilwirbel sind durch eine Entwicklungsstörung bedingt und entstehen durch das ungleiche Wachstum der vorderen und hinteren Teile der Wirbelkörper. Wachsen die hinteren Abschnitte stärker als die vorderen, läuft der Wirbelkörper nach vorn flacher aus und es entsteht ein Rundrücken.⁴⁰

Heute leiden 4–6% der Gesamtbevölkerung an der Scheuermannschen Krankheit⁴¹ und sogar 20% der Jugendlichen. Männer sind doppelt so häufig betroffen wie Frauen. Allerdings verläuft diese Erkrankung meist asymptomatisch, nur ein kleiner Teil

³⁸ Gossé/Metz-Stavenhagen 2007, 452.

³⁹ Gossé/Metz-Stavenhagen 2007, 452.

⁴⁰ Zacher 2003.

⁴¹ Zacher 2003.

der Patienten leidet unter Rückenschmerzen. Beschwerden treten meist erst im Erwachsenenalter auf. Sie sind auf die entstandene Wirbelsäulenfehlstellung zurückzuführen und äußern sich in Verspannungen und Bewegungseinschränkungen. Die Fehlstellung der Wirbelsäule fördert degenerative Veränderungen der Wirbelsäule durch die Bewegung in einer unphysiologischen Haltung; die verminderte Wirbelkörperdistanz führt zu einer stärkeren Belastung in den betroffenen Wirbelsäulenabschnitten.⁴²

Da die Population von Liushui eine gut trainierte Muskulatur (kräftig ausgeprägte Muskelmarken am Knochen) aufweist, ist eine schwache Muskulatur als Ursache eines Morbus Scheuermann auszuschließen. Hingegen kann die übermäßig starke körperliche Belastung in der Wachstumsphase eine plausible Ursache für diese Erkrankung darstellen. Offenbar waren gerade die jungen Männer im Wachstumsalter zwischen 11 und 17 Jahren einer starken körperlichen Belastung ausgesetzt. Die heute als prädisponierende Faktoren beschriebenen kraftaufwendigen Sportarten wie Leistungsturnen und Trampolinspringen könnten in Liushui schwerem Heben, Reiten, Klettern und Springen entsprechen.

Die folgenden Diagramme zeigen anhand von Beispielen die Häufigkeiten einiger belastungsabhängiger Veränderungen bei den Menschen von Liushui.

Von den bisher untersuchten 68 Individuen waren für die Bestimmung der Häufigkeit von Stressfrakturen im Bereich des Fußes nur 40 geeignet. Da nicht bei allen Individuen beide Füße vorhanden waren, wird nur ein Minimalwert angegeben (das heißt ein nicht erhaltener Fuß wird als „gesund“ gewertet). Mindestens 17,5% ($n = 7/40$ Individuen) wiesen Merkmale einer Stressfraktur auf. Die Stressfrakturen der Schulter sind an der Schulterhöhe lokalisiert und betreffen mindestens 10,6% ($n = 5/47$ Individuen) der untersuchbaren Individuen.

Ein gutes Beispiel für die hohe Anzahl der Individuen mit Spuren einer Myotendopathie ist die Zerrung der Adduktorenmuskulatur und des zweiköpfigen Wadenmuskels (*Musculus gastrocnemius*). Sie tritt offenbar sehr häufig bei Menschen auf, die viel Reiten. Bei den bisher untersuchten Individuen aus Liushui kommt sie in mindestens 77,1% ($n = 37/48$ Individuen) der Fälle vor. Ein Fersensporn tritt bei mindestens 7,5% ($n = 3/40$ Individuen) Individuen auf. Überlastungen und Zerrungen von Bändern sind an vielen Knochen sichtbar. Als



Abb. 19. Liushui, Gräberfeld. M 24-2 adulter Mann. Deckplatte des 12. Brustwirbels: Impressionen verursacht durch Bandscheibenvorfälle (Schmorlsche Knorpelknötchen bei Morbus Scheuermann) in den Deck- und Grundplatten des Wirbelkörpers. Foto: J. Gresky.

Beispiel sollen die Bänder des oberen Sprunggelenks angeführt werden: In mindestens 16,3% ($n = 8/49$ Individuen) der Fälle bestehen ausgeprägte Veränderungen, die auf eine starke Überlastung, bzw. auch auf einen Riss der Bänder hinweisen.

Die größte Häufigkeit arthrotischer Veränderungen findet sich mit 43% ($n = 22/51$ Individuen) im Bereich des Iliosacralgelenkes und im Hüftgelenk mit mindestens 43,1% ($n = 19/46$). Sehr häufig sind außerdem das Ellenbogen (mindestens 29,2%, $n = 14/48$ Individuen), das Radioulnargelenk (23,4%, $n = 11/47$ Individuen) und das Kniegelenk (30,6%, $n = 15/49$ Individuen) betroffen. Das Schulter- (mindestens 20%, $n = 9/45$ Individuen) und das körpernahe Handgelenk (mindestens 19%, $n = 8/42$ Individuen) zeigen in geringerem Maß degenerative Veränderungen. Noch seltener ist das obere Sprunggelenk (14%, $n = 7/50$ Individuen) verändert.

Alle erhaltenen Wirbelsäulenabschnitte wurden zusammengefasst und auf Individuen bezogen untersucht. Aus diesem Grund sind die Ergebnisse nur als Trendwerte zu betrachten.

An der Wirbelsäule können sehr unterschiedliche Veränderungen auf eine übermäßige physische Belastung zurückgeführt werden. Traumatische, bzw. durch eine immer wiederkehrende Belastung verursachte, Brüche der Wirbelkörper oder der Wirbelbogengelenke treten in 13% ($n = 6/46$ Individuen) der Fälle auf. Eine Bogenschlussstörung ist bei 20,8% ($n = 10/48$ Individuen) der Individuen zu beobachten. In ähnlicher Häufigkeit sind Übergangsstörungen (19,6%, $n = 9/46$ Individuen), das heißt eine Sacralisation des letzten Lumbalwirbels bzw. eine Lumbalisation des ersten Sacralwirbels zu finden. Die für eine Scheuermannsche Krankheit typische Höhenminderung (15,2%, $n = 7/46$ Individuen) und Schmorlsche Knorpelknötchen (19,6%, $n = 9/46$ Individuen) sind zu beobachten. An einer Arthrose der Wirbelkörpergelenke litten 45,6% ($n = 21/46$ Individuen), an einer Arthrose der Wirbelbogengelenke sogar 50% ($n = 23/46$ Individuen) der Individuen.

⁴² Gossé/Metz-Stavenhagen 2007, 452.

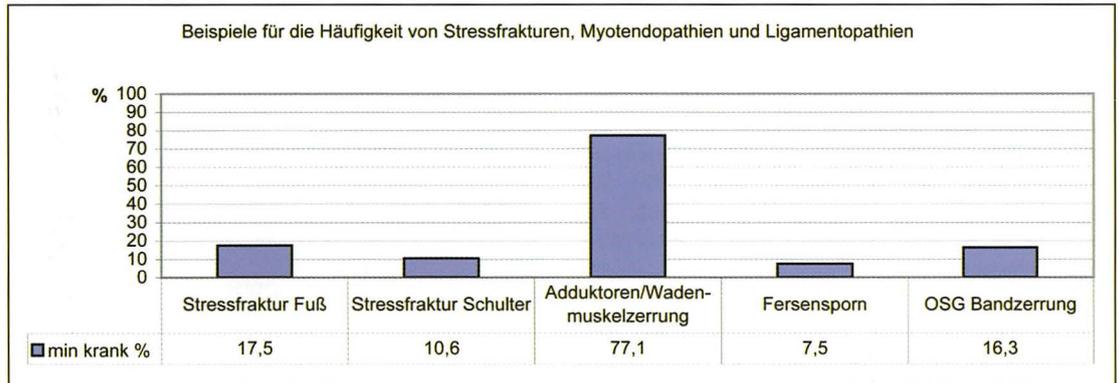


Diagramm 1. Beispiele für die Häufigkeit von Stressfrakturen, Myotendopathien (Muskel-Sehnenreizung) und Ligamentopathien (Bänderreizung) bei den Individuen aus Liushui, OSG = oberes Sprunggelenk, min krank = minimale Krankheitshäufigkeit

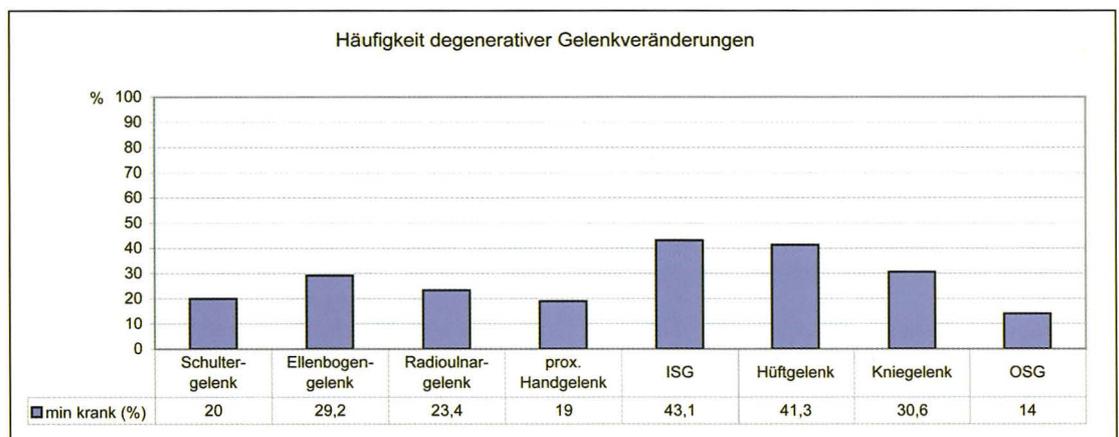


Diagramm 2. Häufigkeit degenerativer Gelenkerkrankungen bei den Individuen aus Liushui
ISG = Iliosacralgelenk, OSG = oberes Sprunggelenk, prox. Handgelenk = körpernahes (proximales) Handgelenk, min krank = minimale Krankheitshäufigkeit

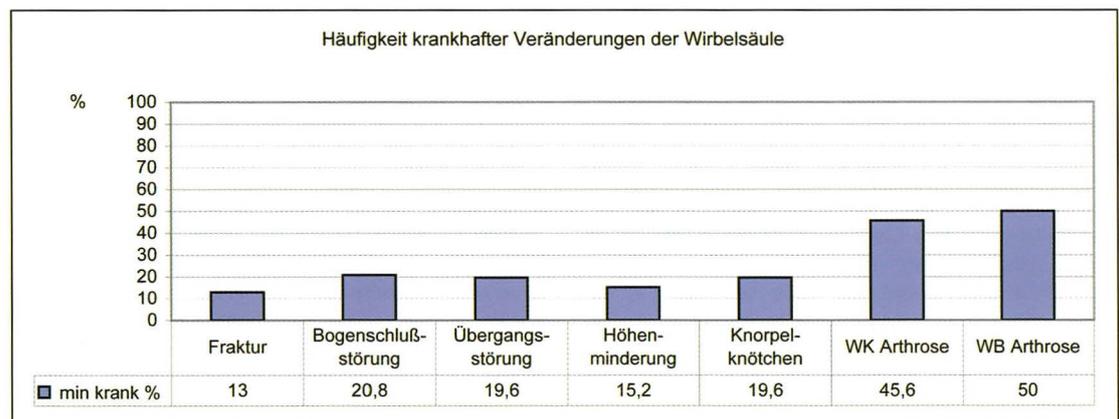


Diagramm 3. Häufigkeit krankhafter Veränderungen der Wirbelsäule bei den Individuen aus Liushui
Übergangsstörung = Lumbalisation/Sacralisation, Höhenminderung = Wirbelkörperhöhenminderung, Knorpelknötchen = Schmorlsche Knorpelknötchen, WK Arthrose = Wirbelkörperarthrose, WB Arthrose = Wirbelbogenarthrose, min krank = minimale Krankheitshäufigkeit

Diskussion

Der Versuch einer Rekonstruktion von körperlich belastenden Tätigkeiten einer Population, von der nur noch die Skelete vorhanden sind, ist – wie in den oben genannten Beispielen dargestellt – in gewissem Umfang möglich. Eine vollständige und absolut sichere Interpretation ist aufgrund der vielen verschiedenen Ursachen von Skeletveränderungen häufig nicht zu erreichen, aber durch die Kombination der zahlreichen diagnostizierten Erkrankungen kann ein Tätigkeitsbild erstellt werden, das die Menschen in ihrem Alltag lebendig werden lässt.

Allein die Betrachtung der Erkrankungen des Bewegungs- und Stützapparates lässt schon sehr viele Aussagen über die Menschen zu. Wenn wir unter diesem Aspekt die Untersuchungsergebnisse von Liushui betrachten, ergibt sich folgendes Bild: Die bisher untersuchten Individuen sind in einem hohen Ausmaß von Überlastungsschäden an Muskeln, Sehnen, Bändern, Knochen und Gelenken betroffen.

Die größte Häufigkeit weisen Veränderungen der unteren Extremität auf. Dies spricht für eine gesteigerte Belastung durch Laufen. Viele Veränderungen, die heute bei Laufsportlern auf eine chronische Überlastung hinweisen, sind auch bei den Menschen aus Liushui zu sehen: Reizung der Achillessehne, Entzündung des Sehnenansatzes der Patellarsehne, Entzündung der Fußsohlensehne, Sehnscheidenentzündungen im Bereich der Füße und Lendenwirbelsäulenbeschwerden. Hinzu kommen die direkt den Knochen betreffenden Veränderungen wie Stressfrakturen und Arthrose der Fuß-, Knie- und Hüftgelenke.

Nun wird es sich bei den Menschen aus Liushui nicht um Langstreckenläufer gehandelt haben, die Befunde deuten aber auf ein intensives Gehen über lange Strecken hin. Ein erschwerender Faktor ist die Fortbewegung in felsigem Gebiet mit ruckartigen Belastungen wie Sprüngen, Sprints, abrupten Abbremsbewegungen und Laufen auf hartem Untergrund, alles Bedingungen, welche die Überlastung der Sehnen und Bänder begünstigen. Laufen auf hartem Untergrund mit schlecht gepolstertem Schuhwerk führt zu Rückenschmerzen, besonders im Bereich der Lendenwirbelsäule an ihrem Übergang zum Becken und nach längerer Belastung zu Arthrose. Ein Hinweis auf Sprünge oder Stürze aus größerer Höhe oder sehr starkes Umknicken sind Bandzerrungen und Bänderrisse im Bereich der Sprunggelenke. Besonders die Sehnenansatzreizungen am Knie sprechen für Bewegung in unebenem Gelände. Die Stressfrakturen und Arthrose in den Fußgelenken entstehen durch übermäßiges Laufen, das zu einer Ermüdung der Muskulatur führt, die das Entstehen von Stressfrakturen fördert.

Die *Myositis ossificans*, das „Verknöchern“, das heißt der knöcherne Umbau alter Blutergüsse am Sehnenansatz (teilweise auch im Inneren des Muskelbauches), ist zum einen ein Zeichen für Verletzungen der Muskulatur, die im Sinne von Muskelfaserrissen bei Sprüngen oder Sprints oder aufgrund eines stumpfen Traumas, beispielsweise ein Schlag oder Pferdetritt, entstehen können, zum anderen ist sie ein Zeichen für eine Komplikation im Heilungsverlauf und tritt vor allem bei zu früher Mobilisierung auf. Das deutet darauf hin, dass die Menschen aus Liushui nicht viel Zeit hatten, Verletzungen ausheilen zu lassen.

Die dauerhafte Belastung durch lange Fußmärsche kann noch durch schweres Körpergewicht und das Tragen schwerer Lasten verstärkt werden. Ein nomadisierendes Leben scheint aufgrund der Häufung derartiger Beschwerden der unteren Extremität bei den Menschen aus Liushui realistisch.

An der oberen Extremität sind besonders der Schultergürtel und das Ellenbogengelenk betroffen. Im Ellenbogengelenk tritt eine verstärkte Arthrosehäufigkeit auf, die mit einer ständigen Bewegung des Ellenbogengelenkes bei geschlossener Faust, wie zum Beispiel beim Benutzen eines Hammers oder eines Schabers zusammenhängen könnte. In einem Fall handelt es sich um eine Fehlhaltung und falsche Belastung aufgrund eines älteren Unterarmbruches, der medizinisch nicht ausreichend versorgt gewesen zu sein scheint.

Die Arme und der Schultergürtel sind beim Tragen schwerer Lasten und vor allem durch immer wieder auftretende ruckartige Zugbelastung – beispielsweise beim Einreiten von Pferden – besonders beansprucht. Im Zuge solcher Tätigkeiten kann es auch zu Sehnenrissen der Oberarmmuskulatur kommen. Bei Sehnenrissen liegen häufig zuvor schon durch schwere Arbeit erworbene, degenerative Sehnenveränderungen vor, die dazu führen, dass die vorgeschädigte Sehne schon bei einer Alltagsbelastung reißt. Um eine gesunde Sehne reißen zu lassen, ist ein sehr heftiges akutes Unfallgeschehen nötig. Ein Sturz vom Pferd oder ein sehr heftiger starker Ruck beim Einreiten eines Pferdes kann zu einem Riss der Sehne führen.

Ein weiterer Grund für eine übermäßige Belastung im Schulterbereich ist das Bogenschießen. Bei den Menschen aus Liushui trat gehäuft eine Verwachsungsstörung bzw. Stressfraktur im Schulterdach auf.⁴³ Diese Veränderung spricht für eine übermäßige Belastung der Schulter zum Beispiel durch Bogenschießen schon im jugendlichen Alter.⁴⁴

⁴³ Schultz et al. 2007.

⁴⁴ Stirland 1984, Schultz/Schmidt-Schultz 2005.

Eine wichtige Tätigkeit der Menschen in Liushui scheint das Reiten gewesen zu sein. Die pathologischen Befunde deuten auf eine sehr ausgeprägte Nutzung des Pferdes als Fortbewegungsmittel hin. Verstärkt werden die Veränderungen, die durch Reiten entstehen, durch das Fehlen der heutigen Hilfsmittel wie eines komfortablen Sattels oder bequeme Steigbügel. Als gravierendste Veränderung präsentieren sich Wirbelkörperbrüche, die durch ständige stauende Belastung über einen längeren Zeitraum entstanden sind. Nicht so stark ausgeprägt aber doch sehr häufig ist eine Höhenminderung der Wirbelkörper, die durch Mikrotraumata bei übermäßiger Belastung ausgelöst werden kann. Als weiterer Hinweis auf Belastung durch Reiten schon im frühen Jugendalter kann das Vorliegen von Veränderungen, die auf einen Morbus Scheuermann hinweisen, gelten. Es scheint, dass gerade die jungen Männer im Wachstumsalter zwischen 11 und 17 Jahren diesbezüglich einer starken körperlichen Belastung ausgesetzt waren.

Nicht nur Frakturen, sondern auch Zeichen ausgeprägter Arthrose sind an der Wirbelsäule – und hier besonders im Lendenbereich – zu beobachten. Vor allem das Kreuzbein-Darmbeingelenk (Iliosacralgelenk), der Übergang von der Wirbelsäule zum Becken, zeigt starke arthrotische Veränderungen, die mit einer deutlichen Bänderzerrung in diesem Bereich kombiniert sind.⁴⁵ Dies deutet auf eine übermäßige physische Beanspruchung des Übergangs Wirbelsäule-Becken hin, wie sie durch intensives Reiten auftreten kann. Hinzu kommt eine Arthrose der Wirbelbogen- und der Wirbelkörpergelenke, die ebenso die übermäßige Belastung der Wirbelsäule belegen. Die Veränderungen, die auf starke Beanspruchung der innen gelegenen Oberschenkelmuskulatur und der oberflächlichen Wadenmuskulatur hinweisen, sind besonders ausgeprägt. Auch dieser Befund deutet auf eine besondere Belastung durch Reiten⁴⁶ hin.

Viele Veränderungen des Bewegungsapparates bei den Menschen in Liushui können auf schweres Tragen zurückgeführt werden. Die oben angesprochene Höhenminderung der Wirbelkörper kann nicht nur durch stauende Belastung vom Reiten hervorgerufen werden; es kann auch durch häufiges Tragen schwerer Lasten zu derartigen Veränderungen kommen. Ebenso können Frakturen der Wirbelkörper und Wirbelbögen und bei jüngeren Menschen auch eine Wachstumsstörung der Wirbelkörper (Morbus Scheuermann) durch schwere körperliche Arbeit und Tragen schwerer Lasten entstehen. Eine Arthrose der Wirbelbogen- und der Wirbelkörpergelenke entsteht in der Regel ebenfalls durch übermäßige Belastung. Die Arthrose der Ex-

tremitätengelenke – hier besonders des Knie- und Hüftgelenks – sind häufig vertreten und können unter anderem durch das Tragen schwerer Lasten begünstigt werden.

Nach den paläopathologischen Untersuchungsbefunden stellt sich die Population von Liushui als ein Nomadenvolk dar, das für die Sicherung seines Überlebens körperliche Höchstleistungen erbringen musste. Die vorhandenen Krankheitsbilder weisen auf die Bedeutung des Reitens und des Bogenschießens hin, Fertigkeiten, die von Jungen früh geübt und perfektioniert werden mussten und sowohl zum Nahrungserwerb als auch zur Verteidigung der eigenen Gruppe oder zum Angriff nötig waren. Diese Tätigkeiten bedeuteten Stress, da es oft um Leben oder Tod ging und die Menschen mit ihrem Einsatz offenbar an die Grenze ihrer körperlichen Möglichkeiten gehen mussten.

Das hier skizzierte Leben eines Nomadenvolks steht in starkem Kontrast zu unserer Zivilisationsgesellschaft und doch finden sich die gleichen Krankheitsbilder, die heutzutage bei Menschen auftreten, die aufgrund von Fehlbelastung und übermäßig viel Sport bei sonst eher schlechtem Trainingszustand ihre Sehnen, Bänder, Gelenke und Knochen schädigen. Eine gängige Vorstellung besagt, dass körperliches Training bei ausreichender Ernährung einen guten körperlichen Zustand garantiert. Die Ergebnisse der paläopathologischen Untersuchungen zeigen, dass sich trotz guter Voraussetzung bei den Menschen von Liushui (muskelstarke Individuen, geringes Auftreten von Mangelkrankungen) aufgrund der andauernden körperlichen Überforderung die beschriebenen Krankheitsbilder ausbildeten, deren Ursachen in unserer Zeit in einer plötzlichen Überforderung eines mangelhaft trainierten Körpers durch Sport oder bei anderen nicht rezenten, das heißt frühgeschichtlichen Populationen auch in einer völligen Unterforderung des Bewegungsapparates⁴⁷ liegen.

Die Menschen in Liushui hatten von Kindheit an gut trainierte Körper, denen sie offenbar aus Gründen des Nahrungserwerbs und der Verteidigung durch übermäßige Belastung Schäden zufügen mussten. Die Menschen unserer Zivilisationsgesellschaft verdienen ihren Lebensunterhalt durch Tätigkeiten, die ihre Muskulatur, Sehnen und Bänder nicht mehr fordern. Die physiologischen und kosmetischen Folgen dieses schlechten körperlichen Trainingszustandes versuchen die Menschen unserer Gesellschaft durch Sport auszugleichen, was letzten Endes ebenso wie bei den Menschen von Liushui aufgrund von Überlastung zu den gleichen Krankheitsbildern führen kann.

⁴⁵ Schultz et al. 2007.

⁴⁶ Schultz et al. 2007.

⁴⁷ Schultz/Kunter 1999.

Fallbeispiele

Fallbeispiel 1 (Abb. 1). – Tennis- und Golferellenbogen (*Epicondylitis humeri lateralis et medialis*):

Linkes Oberarmbein (*Humerus*), M 45-1, adulter Mann. – Beide Oberarmbeine sind von hinten zu sehen. Das rechte gesunde Oberarmbein in der rechten Bildhälfte dient zum Vergleich, damit die pathologischen Veränderungen des linken Oberarmbeins besser erkennbar werden. An der Außenkante ist die Oberfläche im Vergleich zur rechten Seite deutlich verdickt mit flachen, aber breiten plattenartigen Neubildungen im unteren Bereich. Die Oberfläche ist unregelmäßig wulstig und fein- bis mittelporös. In diesem pathologisch veränderten Bereich entspringt ein Teil der Unterarmstreckmuskulatur, die aufgrund einer Überbelastung zu den Veränderungen geführt hat (Tennisellenbogen). Ähnliche, wenn auch nicht so stark ausgeprägte Veränderungen sind an der Innenkante des Oberarmbeins zu sehen. Hier ist die Oberfläche fein- bis mittelporös und geringgradig wulstig. Es sind aber noch keine prominenteren knöchernen Neubildungen zu sehen. An der Innenkante entspringt ein Teil der Unterarmbeugemuskulatur, die bei einer Überlastung zu Veränderungen in diesem Bereich geführt hat (Golferellenbogen).

Fallbeispiel 2 (Abb. 2). – Patellarsehnenreizung, Jumper's knee (*Tendinitis patellae*):

Rechtes Schienbein (*Tibia*), M 24-1, adulter Mann. – Rechts im Bild ist das linke gesunde Schienbein von vorn zum Vergleich abgebildet. Die obere Schienbeinvorderkante weist eine glatte Oberfläche auf. Auf der rechten Schienbeinvorderkante ist die Oberfläche insgesamt etwas prominenter als links und zeigt im oberen Abschnitt ein Areal mit bis pfefferkorngroßen, einige Millimeter tiefen Lochdefekten. In diesem Bereich setzt die Patellarsehne an, die eine Verbindung von der Knie- scheibe zum Schienbein herstellt. Bei einer übermäßigen Strapazierung der Sehne kommt es zu kleinen Nekrosen, das heißt der Knochen stirbt ab und es entstehen kleine Lochdefekte.

Fallbeispiel 3 (Abb. 3). – Achillessehnenreizung (*Achillo-dynie*): Linkes Fersenbein (*Calcaneus*), M 28-2, adulter Mann. – In der Ansicht sind beide Fersenbeine von hinten zu sehen. Rechts ist zum Vergleich das rechte gesunde Fersenbein abgebildet. Das Ansatzareal der Achillessehne ist am linken Fersenbein im oberen Teil unregelmäßig verdickt und löcherig. Im Verlauf der Sehne liegen der äußeren Knochenoberfläche plattenartige knöchernen Neubildungen auf. Die Achillessehne hat an dieser Stelle übermäßigen Zug ausgeübt.

Fallbeispiel 4 (Abb. 4). – Sehnscheidenentzündung (*Tendovaginitis*): Rechtes Fersenbein (*Calcaneus*), Entzündung der Sehne des langen Fibularismuskels, M 21-3, adulter Mann. – An mechanisch besonders belasteten Stellen, an denen die Sehne nah am Knochen vorbeizieht, sind die Sehnen durch Sehnscheiden geschützt. Durch die enge Lage am Knochen kann es bei längerem Bestehen der Sehnscheidenentzündung zu Veränderungen des Knochens kommen. Rechts im Bild ist das gesunde linke Fersenbein zum Vergleich zu sehen. Die äußere Fläche, die hier eine unauffällig glatte Oberfläche aufweist,

zeigt auf der rechten Seite eine breite Rinne mit einem prominenten unregelmäßigen Rand und einer fein- bis mittelporösen Oberfläche in der Mitte der Rinne. Hier lag die Sehnscheide des Fibularismuskels, eines Muskels, der an der Wadenaußenseite liegt und den Fuß im oberen Sprunggelenk beugt, das heißt die Fußsohle und die Zehen nach unten bewegt.

Fallbeispiel 5 (Abb. 5). – Sehnenriss: Rechtes Schulterblatt (*Scapula*), M 37-3, adulter Mann. – Das Bild zeigt beide Schulterblätter in der Ansicht von vorne. Das linke Schulterblatt, das sich links im Bild befindet, hat eine normal konfigurierte Schulterhöhe (*Acromion*) mit einer regelmäßigen Begrenzung. Unterhalb des knöchernen Teils des Schulterdaches liegt unter einem Schleimbeutel (*Bursa subacromialis*) die große flächige Sehnenplatte der den Arm nach außen rotierenden Muskeln (*Musculi supraspinatus et infraspinatus et teres minor*), die den Oberarmkopf teilweise bedecken. Sie wirkt unter anderem indirekt als Puffer, damit der Gelenkkopf nicht direkt unter dem knöchernen Schulterdach liegt und bei Bewegung darunter scheuert. Die Sehnen gehören zu den Muskeln, die den Arm im Schultergelenk nach außen drehen. Wird der Arm übermäßig belastet, geraten die Sehnen, die zwischen Oberarmkopf und knöchernem Schulterdach liegen, zunehmend unter Druck und werden nach und nach aufgerieben. Es entsteht zuerst ein kleiner Spalt, der bei fortwährender Belastung immer größer wird. Es kann so groß werden, dass der Oberarmkopf aufgrund des fehlenden Widerstandes höher tritt und sich durch den Schleimbeutel (*Bursa subacromialis*) nach oben durch die Sehnenplatte bohrt. Weil der Puffer fehlt, reibt nach Verlust des Gelenkkorpels Knochen auf Knochen, was bei jeder Bewegung sehr schmerzhaft ist und bei längerer Belastung zu den Veränderungen führt, die im Bild am rechten Schulterdach zu sehen sind: Das rechte Schulterdach zeigt am Rand höckerartige Neubildungen, die durch die andauernde Reizung entstanden sind. Auf der Unterfläche des Schulterdaches ist die Oberfläche auf einer 10 × 15 mm großen Fläche durch das Reiben des Oberarmkopfes glatt abgeschliffen (*verelfenbeinert*).

Fallbeispiel 6 (Abb. 6; 7). – Reizung der Plantaraponeurose, Fersensporn: rechtes Fersenbein, M 40-3, adulter Mann. – Das rechte Fersenbein zeigt auf der Unterfläche eine spornartige größere, nach vorn ziehende knöchernen Neubildung. Sie wurde durch eine Reizung der Fußsohlensehne und des mit ihr zusammen befestigten *Musculus flexor digitorum brevis* hervorgerufen; Strukturen, die von vorn nach hinten im Fußsohlenbereich entlang ziehen und das Fußlängsgewölbe stützen. Betrachtet man den Fersensporn von unten, sind nicht nur die Neubildungen, sondern auch die durch den übermäßigen Zug der Sehne entstandenen feinporöse Oberfläche zu sehen.

Fallbeispiel 7 (Abb. 8). – Bänderriss: linkes oberes Sprunggelenk (*Articulatio talocruralis*), M 56-1, adulter Mann. – Das Bild zeigt das linke obere Sprunggelenk von hinten. Im Bild rechts ist das Schienbein, links das Wadenbein zu sehen. Beide Knochen sind durch verschiedene Bandstrukturen relativ fest miteinander verbunden. Werden die verbindenden Bänder überdehnt, was bei einem Auseinanderdrücken des Waden- und Schienbeins durch

eine Einstauchung des breiten vorderen Randes der Sprunggelenkrolle von unten schnell passieren kann, kommt es zu einer Bänderzerrung und im schlimmeren Fall zu Bänderrissen, die am Knochen gut sichtbare Spuren hinterlassen können. Am Wadenbein und stärker ausgeprägt am Schienbein sind große, gelappte knöcherne Neubildungen zu sehen, bei denen es sich teilweise um verknöcherte Band- und Kapselstrukturen handelt.

Fallbeispiel 8 (Abb. 9). – Muskel-Sehnen-Überlastung (Myotendopathie): beide Hüftbeine (*Ossa coxae*), M 37-3, adulter Mann. – Bei beiden Hüftbeinen ist die Außenfläche zu sehen. Der oberen Rand – der Darmbeinkamm – ist die Ansatzfläche für die schräge Bauchdeckenmuskulatur (*Musculi obliquus externus et internus abdominis*). Durch eine sehr starke und lang andauernde Belastung kam es zu diesen großen lippenartigen Neubildungen am Rand beider Hüftbeine, die auf eine sehr kräftige schräge Bauchdeckenmuskulatur schließen lassen.

Fallbeispiel 9 (Abb. 10). – Muskelfaserriss: rechtes Oberschenkelbein (*Femur*), M 45-1, adulter Mann. – Auf dem Bild sieht man das untere Drittel beider Oberschenkelbeine von hinten. Der linke ist gesund, bei dem rechten ist an der Aussenkante eine große knöcherne Neubildung zu erkennen. Wenn durch ein stumpfes Trauma Muskelfasern reißen und es zu größeren Einblutungen in das Gewebe kommt, können die Blutergüsse erst bindegewebig und später knöchern umgebaut werden und als knöcherne Neubildungen sichtbar bleiben. Die plattenartige Neubildung im Bereich des *Musculus vastus lateralis* ist 28 × 15 mm groß und 6 mm dick, relativ glatt aber feinporös mit leicht höckerigem Rand.

Fallbeispiel 10 (Abb. 11). – Stressfraktur oder arthrotische Veränderungen eines (nicht erhaltenen) Zusatzknochens: Linkes und rechtes Kahnbein des Fußes (*Ossa navicularia*), M 56-1, adulter Mann. – Das Bild zeigt die körpernahe Gelenkfläche beider Kahnbeine des rechten (rechts im Bild) und des linken Fußes (links im Bild). Der innen liegende Fortsatz besteht bei dem linken Kahnbein aus zwei einzelnen Teilen, bei dem rechten Kahnbein sind die beiden Teile größtenteils miteinander verwachsen. Geht man vom Vorhandensein von Zusatzknochen aus, wofür ein beidseitiges Vorkommen spricht, sind sie auf beiden Seiten nur zu einem Teil mit dem Kahnbein verwachsen. Auf der linken Seite ist der Zusatzknochen intravital abgebrochen, es ist noch die unregelmäßige, löcherige Bruchfläche in den äußeren zwei Dritteln des Kahnbeinfortsatzes zu sehen. Der Abbruch des Zusatzknochens könnte durch eine übermäßige Belastung durch viel Laufen und Springen erfolgt sein. Auf der rechten Seite ist der Zusatzknochen infolge der übermäßigen Belastung nur angebrochen. Es befindet sich auf der hinteren Fläche ein von oben nach unten durchgehender Spalt, der aber nicht wie bei einer im Jugendalter erfolgten Verschmelzung beider Knochen glatt begrenzt ist, sondern Spuren von kleinen knöchernen Reaktionen wie feinen porösen Platten (Heilungsspuren) an den Rändern zeigt. Dies spricht für einen aktiven Prozess und deutet auf das Vorliegen einer Stressfraktur hin. In beiden Fällen sind die Veränderungen als Zeichen einer unphysiologischen starken Belastung zu sehen und bele-

gen unabhängig von ihrer Ursache einen starken Gebrauch der Füße.

Fallbeispiel 11 (Abb. 12). – Stressfraktur oder arthrotische Veränderungen eines Zusatzknochens: rechtes Schulterblatt (*Scapula*), M 55, adulter Mann. – Nicht nur an der unteren, auch an der oberen Extremität treten Stressfrakturen auf. Im Bereich des Schulterblattes kann es bei dauerhafter Belastung zu einem Bruch des äußeren Teils des knöchernen Schulterdaches (Schulterhöhe) kommen. Bei dem Auftreten dieser Veränderung müssen mehrere Möglichkeiten unterschieden werden:

1. Der äußere Teil des Schulterdaches kann als eigenständiger Knochen aufgrund einer genetischen Wachstumsstörung vorliegen (*Os acromiale*). Der laterale Teil der Schulterhöhe verwächst nicht mit der Schultergräte, sondern es bleibt ein knorpelig ausgefüllter Spalt (Synchondrosis) zwischen den Knochen bestehen. Die Knochenoberfläche ist leicht wellig wie bei einer Metaphyphenplatte und kaum porös.
2. Der Knochen verwächst regelrecht in der Jugend. Es liegt also kein *Os acromiale* vor. Dann kommt es zu einem Bruch des Knochens im Sinne einer wirklichen Stressfraktur, wie sie durch dauerhafte gleichförmige Belastung – beispielsweise beim intensiv durchgeführten Bogenschießen – auftreten kann. Wenn der Bruch wegen mangelnder Schonung oder einer schlechten Stellung der Bruchenden zueinander nicht zusammenheilt, kommt es zur Bildung einer bindegewebigen Verbindung der Bruchenden (Pseudarthrosis). Die Bruchränder sind stark porös und können Leistenbildungen an den Rändern aufweisen.
3. Zu einem sekundären Aufbrechen der Synchondrosis kann es im Jugendalter kommen, wenn der Prozess des Zusammenwachsens des Knochens durch starke, dauerhafte Belastung gestört wird. Ähnlich wie bei einer Stressfraktur kommt es hier zu einer bindegewebigen Teilvernarbung mit „sekundär arthrotischen“ Veränderungen.

Auf dem Bild ist die rechte Schulterhöhe von unten zu sehen. Die „Bruchkante“ mit einer grobporösen und leicht wulstigen Oberfläche ist links im Bild zu erkennen. Das freie, fehlende Knochenstück konnte nicht gefunden werden. Der dunkle Riss rechts der „Bruchkante“ ist postmortal entstanden.

Die „Bruchkante“ der Schulterhöhe weist eine unregelmäßige, poröse und wulstige Oberfläche auf, die ein Zeichen für arthrotische Veränderungen ist. Diese arthrotisch veränderte Oberfläche deutet auf eine starke Belastung hin, die zu einem Aufeinanderreiben beider Knochenenden führt und dementsprechend ein Zeichen für vermehrten Stress ist. Es kann sich bei dem Bruch der Schulterhöhe also nicht um eine Verwachsungsstörung, ein echtes *Os acromiale* (relative glatte Oberfläche der Knochenenden) handeln, sondern entweder um eine echte Stressfraktur oder eine sekundäre Aufspaltung der Synchondrosis. In beiden Fällen ist die Veränderung – unabhängig von ihrer Ursache – als Zeichen eines übermäßigen Stresses zu werten.

Fallbeispiel 12 (Abb. 13). – Wirbelkörperbrüche: 11. Brustwirbelkörper (*Vertebra thoracica*), M 46-1, adulter Mann. – Der 11. Brustwirbelkörper zeigt auf seiner Deckplatte

(Abb. 13) aber auch auf der Grundplatte relativ tiefe rinnenartige Brüche. Die weißlichen Auflagerungen am oberen Rand repräsentieren noch nicht mit dem Wirbelkörper verwachsene, wohl faserknöcherne Anteile. Diese Veränderungen sind nicht pathologisch. Nahezu senkrecht verläuft ein 24 mm langer und 3 mm breiter Spalt. In der Mitte des Spaltes sind kleine feinporöse knöcherne Neubildungen sichtbar; an den vorderen und hinteren Rändern sind Spuren von Knochenheilung zu sehen. Vorn ist eine erhebliche Höhenminderung zu bemerken.

Fallbeispiel 13 (Abb. 14). – traumatische Wirbelkörperfraktur: 12. Brustwirbel (*Vertebra thoracica*), M 56-1, seniler Mann. – Das Bild zeigt die Grundplatte des 12. Brustwirbels eines 60–70 jährigen Mannes. Deutlich sichtbar ist der leicht gebogene, scharf begrenzte Riss in der im Bild unten liegenden Wirbelkörperhälfte. Bei dem Bruch handelt es sich um eine Fraktur des Wirbelkörpers. Der Wirbelbogen mit den Gelenkflächen ist nicht betroffen. An der Vorderkante des Wirbelkörpers sind leichte Heilungsspuren zu sehen, die beweisen, dass der Bruch nicht erst postmortal entstanden ist.

Fallbeispiel 14 (Abb. 15). – Fraktur der Wirbelbogengelenke: linkes oberes Wirbelbogengelenk (*Articulatio zygapophysialis*) des 5. Lendenwirbels, M 45-2, adulter Mann. – Das linke obere Bogengelenk des 5. Lendenwirbels zeigt im unteren Drittel der Gelenkfläche eine im Bild nahezu senkrecht verlaufende Bruchlinie, die anhand der drei kleinen Lochdefekte gut sichtbar ist. Die Gelenkfläche ist in ihrer ursprünglichen Form noch erhalten; es kam nicht zu einer Verschiebung der Bruchenden gegeneinander. Der Bruch ist gut verheilt, so dass Folgeschäden wie beispielsweise eine Arthrose der Gelenkfläche nicht aufgetreten sind.

Fallbeispiel 15 (Abb. 16). – Arthrose der Extremitätengelenke: Linkes Oberschenkelbein (*Femur*), M 40-2 mature Frau. – Auf dem Bild ist der untere Abschnitt des linken Oberschenkelbeins mit den beiden Gelenkrollen von hinten zu sehen. Die rundlichen Bereiche in der unteren Hälfte stellen die Gelenkflächen für das Kniegelenk dar. Auf der rechten Seite ist die Oberfläche der Gelenkrolle relativ glatt, nur in dem mittig liegenden, etwas dunkler verfärbten Bereich ist sie etwas feinporös. Hierbei handelt es sich um eine geringgradige beginnende Arthrose im Kniegelenk. Auf der linken Seite ist am oberen Rand der Gelenkrolle ein deutlicher runder Defekt in der Gelenkfläche zu sehen. Der Rand ist relativ scharf gegen die umgebende gesunde Gelenkfläche abgegrenzt; der Defekt insgesamt leicht vertieft mit einer fein- bis mittelporösen Oberfläche gekennzeichnet. In diesem Bereich war der Knorpel nicht mehr intakt, so dass der darunter liegende Knochen affektiert werden konnte und mit Neubildungen und Einschmelzungen reagiert hat. Die Arthrose ist auf der Außenseite beider Knie besonders stark ausgeprägt, was für eine X-Bein-Fehlstellung (Valgusgonarthrose) spricht.

Fallbeispiel 16 (Abb. 17). – Arthrose der Wirbelsäule: 3. Halswirbel (*Vertebra cervicalis*), M 21-2 seniler Mann. – Der dritte Halswirbel ist auf dem Bild in der Ansicht von unten zu sehen. In der Mitte befindet sich der Wirbelkörper, der in geringem Ausmaß arthrotische Veränderungen

zeigt: Seine Randbegrenzung rechts im Bild ist unregelmäßig gelappt. Links im Bild ist das rechte untere Wirbelbogengelenk zu sehen, das eine normale Größe, rundliche Form, eine relativ glatte Oberfläche und einen scharf begrenzten Rand aufweist. Das linke untere Wirbelbogengelenk, das sich rechts im Bild befindet, ist deutlich größer als das gesunde rechte und hat eine fein- bis grobporöse Oberfläche sowie einen stark ausgewalzten Rand. Es handelt sich hierbei um Veränderungen im Sinne einer Arthrose, die bei übermäßiger Belastung der kleinen Gelenke entstehen können. Besonders die kleinen Gelenke der Wirbelbögen reagieren schnell auf unphysiologische Belastung. Der Knochen versucht über einen vermehrten Aufbau von Randstrukturen eine Stabilisierung des belasteten Gelenkes zu erreichen. Bei fortschreitender Belastung kann es zu einer Versteifung der Gelenke und manchmal ganzer Wirbelsäulenabschnitte kommen. Im oben genannten Fall ist die Halswirbelsäule einseitig, das heißt linksseitig betroffen. Seitneigung des Kopfes nach links und Drehbewegungen besonders unter Last können solche Veränderungen hervorrufen. Denkbare Ursachen sind der Transport von schweren Gegenständen auf dem Kopf. Schmerzen traten sicherlich bei Bewegungen in den betroffenen Wirbelsäulensegmenten auf; hinzu können in die Schulter ausstrahlende Nervenschmerzen gekommen sein, die durch eine Einengung der Nervenaustrittslöcher und die dadurch bedingte Quetschung der Nerven entstehen.

Fallbeispiel 17 (Abb. 18; 19). – Morbus Scheuermann: 12. Brustwirbel (*Vertebra thoracica*) und 1. Lendenwirbel (*Vertebra lumbalis*), M 24-2 adulter Mann. – Die Abb. 18 zeigt den 10. Brust- bis 2. Lendenwirbel von der rechten Seite. Bei dem 1. Lendenwirbel (zweiter Wirbel von unten) fällt eine deutliche Höhenminderung der Vorderkante im Vergleich zur Hinterkante und auch im Vergleich zu den Vorderkanten der darüber und darunter liegenden Wirbel auf. Es handelt sich um eine Keilwirbelbildung, die typisch für eine Scheuermannsche Krankheit ist. Bei dieser Erkrankung wachsen die Wirbel in ihren hinteren Anteilen schneller als in den vorderen, was in einer Keilform der Wirbel resultiert. Liegen mehrere Keilwirbel vor, kommt es zu einem Rundrücken.

Auf Abb. 19 ist der 12. Brustwirbel von oben zu sehen. Die Deckplatte des Wirbelkörpers zeigt in der hinteren Hälfte pfefferkorngroße rundliche Vertiefungen. In diesem Bereich ist die Oberfläche eingedrückt und glatter als im vorderen Bereich des Wirbels. Bei den Veränderungen handelt es sich um Schmorlsche Knorpelknötchen, eine Einstülpung von Bandscheibengewebe in den Wirbelkörper. Als Ursachen einer solchen Verlagerung von Bandscheibengewebe kann eine Wachstumsstörung oder eine Verletzung der Deck- und Grundplatten der Wirbelkörper – beispielsweise bei starker physischer Belastung – in Betracht kommen.

Danksagung

Die Autoren danken allen Kollegen, die zur Entstehung des Berichts beigetragen haben. Die paläopathologische Studie wurde durch das Deutsche Archäologische Institut finanziert.

Literaturverzeichnis

- Arand/Kinzl 2007
M. Arand/L. Kinzl, Verletzungen. In: C. J. Wirth/W. Mutschler (Hrsg.), Praxis der Orthopädie und Unfallchirurgie (Stuttgart 2007) 462–686.
- Brüntrup 2007
J. Brüntrup, Viele Läufer bekommen Stressfrakturen. Ärzte Zeitung 19.06.2007 <http://www.aerztezeitung.de/>
- Debrunner 2005
A. M. Debrunner, Orthopädie, orthopädische Chirurgie (Bern 2005).
- Gossé/Metz-Stavenhagen 2007
F. Gossé/P. Metz-Stavenhagen, Formabweichungen, Fehlentwicklungen. In: C. J. Wirth/W. Mutschler (Hrsg.), Praxis der Orthopädie und Unfallchirurgie (Stuttgart 2007) 437–456.
- Greenberg 1994
M. S. Greenberg, Handbook of Neurosurgery (Florida 1994).
- Günther/Fickert 2007
K.-P. Günther/S. Fickert, Arthrose. In: C. J. Wirth/W. Mutschler (Hrsg.), Praxis der Orthopädie und Unfallchirurgie (Stuttgart 2007) 261–269.
- Hawkey/Merbs 1995
D. E. Hawkey/C. F. Merbs, Activity-induced Muskuloskeletal Stress Markers (MSM) and Subsistence Strategy Changes Among Ancient Hudson Bay Eskimos. International Journal of Osteoarchaeology 5, 1995, 4, 324–338.
- Köhler 1943
A. Köhler, Grenzen des Normalen und Anfänge des Pathologischen im Röntgenbilde (Leipzig 1943) 159–192.
- Resnick/Niwayama 1981
D. Resnick/G. Niwayama, Diagnosis of Bone and Joint Disorders (Philadelphia 1981).
- Rolf/Gohlke 2007
O. Rolf/F. Gohlke, Degenerative Erkrankungen, Rotatorenmanschettendefekt. In: C. J. Wirth/W. Mutschler (Hrsg.), Praxis der Orthopädie und Unfallchirurgie (Stuttgart 2007) 832–840.
- Schultz 1982
M. Schultz, Krankheit und Umwelt des vor- und frühgeschichtlichen Menschen. In: H. Wendt/N. Loacker (Hrsg.), Kindlers Enzyklopädie der Mensch (Zürich 1982) 259–312.
- Schultz 1988
M. Schultz, Paläopathologische Diagnostik. In: R. Knussmann (Hrsg.) Handbuch der vergleichenden Biologie des Menschen 1 (Stuttgart 1988) 480–496.
- Schultz 2001
M. Schultz, Paleohistopathology of bone: A new approach to the study of ancient diseases. American Journal of Physical Anthropology 33, 2001, 106–147.
- Schultz/Kunter 1999
M. Schultz/M. Kunter, Erste Ergebnisse der anthropologischen und paläopathologischen Untersuchungen an den menschlichen Skelettfunden aus den neuassyrischen Königinnengräbern von Nimrud. Jahrbuch des Römisch-Germanischen Zentralmuseums 45, 1999, 85–128.
- Schultz/Schmidt-Schultz 2005
M. Schultz/T. H. Schmidt-Schultz, Der Bogenschütze von Pergamon. Die paläopathologisch-biographische Rekonstruktion einer interessanten spätbyzantinischen Bestattung. Istanbuler Mitteilungen, 54, 2005, 243–256.
- Schultz u. a. 2007
M. Schultz/T. H. Schmidt-Schultz/X. Wu, Ergebnisse der paläopathologisch-anthropologischen Untersuchung der menschlichen Skelettfunde aus dem Grab 26 von Liushui, Xinjiang (China). Eurasia Antiqua 13, 2007, 181–197.
- Stalder 1992
K. Stalder, Krankheiten durch äußere physikalische Ursachen (mechanische Einwirkungen). In W. Siegenthaler/W. Kaufmann/H. Hornbostel/H. D. Waller (Hrsg.), Lehrbuch der Inneren Medizin (Stuttgart 1992) 1344–1347.
- Stirland 1984
A. Stirland, A possible correlation between os acromiale and occupation in the burials from the Mary Rose. Transactions of the Paleopathology Association, Fifth European Meeting, Paleopathology Association (Siena 1984) 327–334.
- Stukenborg-Colesman 2007
Ch. Stukenborg-Colesman, Degenerative Erkrankungen, Insertionstendinosen. In: C. J. Wirth/W. Mutschler (Hrsg.), Praxis der Orthopädie und Unfallchirurgie (Stuttgart 2007) 656–671.
- Teegen/Schultz 2003
W. R. Teegen/ M. Schultz, Menschen vom frühmittelalterlichen Friedhof um St. Kilian in Höxter – eine paläopathologische Untersuchung. In: A. König/H. Rabe/G. Streich (Hrsg.), Höxter – Geschichte einer westfälischen Stadt 1 (Hannover 2003) 55–75.
- von Lanz/Wachsmuth 1938
T. von Lanz/W. Wachsmuth, Praktische Anatomie 1, Bein und Statik (Berlin 1938) 358–359.
- Wanivenhaus 2007
A. Wanivenhaus, Degenerative Erkrankungen, Plantare Fasziiitis. In: C. J. Wirth/W. Mutschler (Hrsg.), Praxis der Orthopädie und Unfallchirurgie (Stuttgart 2007) 767–782.
- Wu u. a. 2006
Wu X. H./M. Wagner/J. Görsdorf/P. Tarasov/A. Aisha/Mei J. J., Das Gräberfeld Liushui des 9. bis 7. Jahrhunderts v. Chr. im Kunlun-Gebirge, NW-China. Eurasia Antiqua 12, 2006, 173–191.
- Wülker/Bertsch 2007
N. Wülker/C. Bertsch, Degenerative Erkrankungen, Achilodynie In: C. J. Wirth/W. Mutschler (Hrsg.), Praxis der Orthopädie und Unfallchirurgie (Stuttgart 2007) 704–707.
- Zacher 2003
J. Zacher, Morbus Scheuermann. AWMF-Leitlinien-Register Nr. 033/040 Leitlinien der Deutschen Gesellschaft für Orthopädie und Orthopädische Chirurgie (DGOOC) und des Berufsverbandes der Ärzte für Orthopädie (BVO) <http://www.uni-duesseldorf.de/awmf/ll/033-040.htm>

Julia Gresky
 Michael Schultz
 Zentrum Anatomie der Universitätsmedizin Göttingen
 Kreuzberggring 36
 37075 Göttingen
 E-mail: juliagresky@yahoo.de
 E-mail: mschult1@gwdg.de
 Tel.: ++49 – 551-39-7010 oder –7000 (Sekretariat)
 Fax: ++49 – 551-39-7043

Mayke Wagner
 Deutsches Archäologisches Institut
 Eurasien-Abteilung
 Im Dol 2–6 Haus 2
 14195 Berlin
 mw@eurasien.dainst.de

Wu Xinhua
 Archaeological Institute of the Chinese Academy
 of Social Sciences
 Wangfujing Dajie 27
 100710 Beijing

Tyede Schmidt-Schultz
 Zentrum Biochemie der Universitätsmedizin Göttingen
 Humboldtallee 23
 37075 Göttingen

Summary

Paleopathological investigations on archaeological skeletons of the population from Liushui in Xinjiang, West China dating from the Late Bronze Age to the Early Iron Age were carried out on 68 individuals from 21 burials.

The settlement belonging to the population has not yet been found, therefore, information about the living conditions of the population can only be obtained from paleopathological findings. Even if the soft tissue is lacking, evidence of diseases of the musculoskeletal system can be seen clearly from the bone. The skeletons were examined with macroscopic and optical-microscopic techniques. To arrive at same idea about the living and working conditions of this population, stress markers of the musculoskeletal system such as, for instance, ligamentopathia, myotendopathia and stress fractures were diagnosed.

Pathological processes of tendons occur as epicondylitis of the humerus (Fig. 1), jumper's knee (Fig. 2), tendinitis of the Achilles' tendon (Fig. 3) as well as tendovaginitis (Fig. 4) and rupture of tendons (Fig. 5). Also calcaneal spurs could be found (Fig. 6, 7). More pathological processes are ruptures of ligaments (Fig. 8), Myotendopathia (Fig. 9), ruptures of muscles, and myositis ossificans as a remnant of ruptures of muscle fibers (Fig. 10).

Pathological processes of bones appear as stressfractures of the bones of the feet (Fig. 11), the acromion of the scapula (Fig. 12), the vertebral arch (spondylolysis), the joints of the vertebral body and vertebral arch (Fig. 13, 14, 15). As vestiges of degenerative processes, both the extremity joints (Fig. 16) and the vertebral joints (spondylosis and spondylarthrosis) (Fig. 17) show arthrosis. Osteochondritis deformans juvenilis dorsi (Fig. 18, 19) can also be seen.

Musculoskeletal diseases can be found with a high frequency. The highest occurrence of pathological processes is shown in the lower extremities. This is a hint for an increased exposure from running or walking. Many pathological changes can be seen which, nowadays, occur in runners suffering from chronic stress injuries. For the population of Liushui they mean an increased stress due to walking long distances especially in mountainous regions with jumping and climbing on hard underground. Similarly pathological processes of the spine can lead back to these circumstances.

In the upper extremities particularly the shoulder and elbow joints are affected. Working with a hammer or scraper could be responsible for these pathological changes. Also carrying heavy loads or breaking in a horse could lead to signs of stress.

Many pathological changes are evidence for intensive horse riding: fractures of vertebral bodies are caused by compressive stress over a long timeperiod. Osteochondritis deformans juvenilis dorsi is due to increased stress during adolescence and can be enforced by immoderate riding. Also arthrosis, especially in the lower parts of the spine, together with ligamentopathia could be a distinct indication of riding.

According to the paleopathological investigations the population of Liushui seem to have had a predominantly nomadic way of life. The pathological changes examined can be explained by very exhausting physical load and activities that required much strength and skill in riding.

Резюме

В провинции Синьцзянь, в Западном Китае 68 скелетов из 21 захоронений с могильника Луишуи, датируемого поздним бронзовым по ранний железный век были подвергнуты палеопатологическим исследованиям.

Так как соответствующее поселение еще не найдено, информация об условиях жизни населения может быть получена только в результате палеопатологических анализов. Даже при отсутствии мягкой ткани свидетельство различных болезней скелетно – мышечной системы ясно прослеживается и при исследовании костяка с применением макроскопических и оптически-микроскопических методов. Для реконструкции условий проживания и труда населения, были диагностированы некоторые нарушения скелетно – мышечной системы, такие как как лигаментопатия, миотендопатия и переломы, возникшие вследствие перенапряжения.

Был зафиксирован ряд патологических изменений на сухожилиях, среди которых эпикондилит плечевых костей (Рис. 1), болезнь Ларсена-Йоханссона (Рис. 2), тендинит ахилловой сухожилии (Рис. 3), тендовагинит (Рис. 4) и разрыв сухожилий (Рис. 5). У неко-

торых индивидуумов имелись шпоры на пяточной кости (Рис. 6, 7). Наиболее часто зафиксирован разрыв связок (Рис. 8), тендопатия (Рис. 9), разрывы мышцы, а также миозит мышц вследствие разрыва мышечных волокон (*myositis ossificans*) (Рис. 10).

Патологические изменения на кости вследствие перелома наиболее часто встречаются на костях нижних конечностей (Рис. 11), акромионе лопаточной кости (Рис. 12), позвоночной дуге (*spondylolysis*), а также межсуставной области позвонка и позвоночной дуги (Рис. 13, 14, 15). Признаки артроза наблюдаются как на костях нижних конечностей – так и в области позвоночника (Рис. 16) и позвоночных суставов (спондилолиз и спондилоартроз) (Рис. 17). На некоторых скелетах была зафиксирована болезнь Шауермана (*Osteochondritis deformans juvenilis dorsii*) (Рис. 18, 19).

Скелетно – мышечные болезни были довольно распространены. Наиболее часто различные патологические процессы наблюдаются в области нижних конечностей, возникавшие, вероятно, вследствие длительной ходьбы или бега. Подобные патологические изменения наблюдаются в настоящее время у людей, занимающихся бегом и возникают в результате перенапряжения. У населения Луишуи подобные изменения

происходили, вероятно, в результате перенапряжения, вызванного ходьбой на большие расстояния, а также длительными восхождениями и прыжками в гористой местности. Этими же причинами объясняются и болезни в области позвоночника

Что касается верхних конечностей, то особенно часто затронуты плечи и локтевые суставы, что могло быть вызвано работой с молотом или скребком, переносом тяжелых грузов или травмами при попытках объездить лошадь.

Множество патологических изменений, таких как переломы позвоночных костей, свидетельствуют о том, что населением часто практиковалась интенсивная верховая езда. Болезнь Шауермана (*Osteochondritis deformans juvenilis dorsii*) в юношеском возрасте могла быть вызвана перенапряжением вследствие верховой езды. Тем же мог быть вызван и артроз, особенно в нижней части позвоночника, и лигаментопатия.

Согласно палеопатологическим исследованиям, население Луишуи, вероятно, вело в основном кочевой образ жизни. Зафиксированные патологические изменения могут быть объяснены тяжелым трудом, требующим как большую физическую силу – так и опыт верховой езды.

流水日常生活的紧张状态——青铜时代中国西部一个群体运动系统的病象

Julia Gresky, 巫新华, Mayke Wagner,
Tyede Schmidt-Schultz, Michael Schultz

引言:

由于负荷不当,或是平日一般坐着工作的人由于运动过度而引起的病象,在今天的矫形外科诊所属于日常诊疗的一部分。肌腱、韧带、骨和关节的超荷性损伤都属于此类病象。

令人惊讶的是,对青铜时代晚期中国西部新疆流水墓地出土的人骨所作的检查,证明了正是上述病象的存在,而训练身体在此属于日常生活的一部分。

需要提出的问题是,流水人从事的是什么活动,以至于其骨架的各个部位都显示出严重的劳损症状,由此我们又可以就该群体的生活方式作出哪些推论。

材料与与方法:

根据历史出土的人骨架也能够证明疾病的存在,尤其是运动系统(肌腱、韧带、骨)的疾病:即使肌腱和韧带等软组织已经消失,其病理变化的痕迹仍能在数百年后依据骨看出。这样我们就能够借助骨这种代表死者的原始生物史文献,就死者生前所患的疾病和所从事的活动作出很多结论¹。这点在此处尤为重要,因为迄今尚未找到一个属于流水群体的聚落,有关其生活条件的信息到目前为止只能依据古病理学检查结果。这项研究,以及其他许多例子,凸显了古病理学作为补充学科对探究古代文化,尤其是对考察没有留下聚落遗迹的游牧部落的生活环境所具有的重大意义。

由于篇幅所限,不可能为每一个被检个体编制个人病史。下述报告对病理变化的分析将以运动系统紧张状态的标志为重点,从而获得关于流水墓地整个群体的结论。这类今日矫形外科的常见病象不仅具有医学意义,而且能够很好地说明流水人的日常负荷和活动,由此也能够部分地推断出他们需要承受的生活条件。

迄今为止,我们分别在2006年²和2007年的两个检查阶段中,对21个墓葬出土的共计68具人骨架进行了骨学检查。检查采用了肉眼观察和显微放大镜观测的手段³。除了原发性肿瘤、骨折或骨炎等骨的直接疾病以外,根据骨架还能证明其他原发于软组织、继发表现在骨的疾病。

为了确定一个群体的负荷模式,必须检查体力负荷时发生变化的组织。躯体负荷涉及到下列解剖学组织:

- 1、肌腱——连结肌肉和骨;
- 2、韧带——固着在骨上并起到固定作用;
- 3、肌肉——通过肌腱附着在骨上,肌牵引也可引起骨的特别变化;
- 4、骨本身——按照负荷的方式做出变强壮或退化的反应。

为了对流水人的负荷情况获得尽可能全面的印象,除了肌腱、韧带和肌肉的变化以外,检查也包括了四肢关节和脊柱关节患有有关节病的程度和频率。

下面将简要描述导致骨在负荷时产生典型的肌肉及骨骼紧张状态标志的病理生理机制。对肌腱、韧带、肌肉和骨等各个组织将分专题加以讨论;每节的开始解释相关的解剖学组织,以及能够引起骨发生变化的病理生理机制。各个病象列为小点,内容包括简介该病象,描述典型的病痛症状、该病象的一般诱发原因和在流水这个群体当中的可能起因。

结果:

病理生理机制:

肌肉的牵引负荷通过肌腱和韧带引起骨发生可见的变化,其产生方式如下:韧带和肌腱直接固着在骨和骨膜上,也就是说韧带和肌腱的纤维直接伸入骨膜和骨质(沙比氏纤维)。血流良好的骨膜上的纤维如果长期经常受到牵引,就会有新血管生成,而这又会促进骨的生长⁴。在这些负荷加重的部位,骨将会变大(肥大),最后形成明显的、凸出的肌肉和韧带附着点。而几乎不受力或只是很少受力的肌肉和韧带,最多仅会引起骨发生微弱的变化;在它们固着于骨的部位,骨的表面通常保持平整、光滑。

如果负荷超越了可耐受的、也就是说生理的限度,就会造成骨的轻伤⁵。它们表现为骨的表面形成很小的、直至大面积的凹陷和孔洞缺损,或者是嵴状和瓣状的新骨。

在考察所有涉及到肌腱、韧带和肌群的疾病时,都要基于一个出发点,即实际患者的数量要比依据骨的病变表现所能确定的人数多得多,因为轻微的劳损只是在经过一定时间以后才会引起骨发生可见的变化。

肌腱的病变:

- 网球肘和高尔夫球肘(肱骨内、外上髁炎)——图1
- 髌韧带轻度发炎,跳跃膝(髌骨腱炎)——图2
- 跟腱轻度发炎(跟腱病)——图3
- 腱鞘炎(腱鞘炎)——图4
- 腱撕裂——图5
- 跖腱膜轻度发炎,跟骨骨刺(跖骨筋膜炎)——图6、图7

韧带的病变:

- 韧带撕裂——图8

肌肉的病变:

- 肌肉及肌腱过劳(肌腱劳损)——图9
- 肌纤维撕裂,骨化性肌炎——图10

骨的病变:

- 应力性骨折:
- 脚部应力性骨折——图11
- 肩胛骨应力性骨折——图12
- 椎弓应力性骨折(后天性椎弓裂)
- 椎体关节和椎弓关节应力性骨折——图13、图14、图15
- 肢关节的关节病——图16
- 脊柱的关节病(脊椎病和脊椎关节炎)——图17
- 朔伊尔曼氏病,青年期驼背(幼年变形性椎骨软骨病)——图18、图19

讨论:

尝试再现一个仅留下人骨架的群体曾经从事过什么体力负荷活动,这在一定范围内是可能的。鉴于导致骨骼发生变化的原因众多,常常无法给出一个完整而绝对的阐释,但是通过组合诊断出的大量疾病,可以对该群体所从事的活动得到一个印象,并由此使人们在日常生活中的面貌重又栩栩如生。

仅只是观察运动系统和人体支架所患疾病,就可以对相关者的情况得出许多结论。如果我们从这个角度来看流水检查结果,将会得出下述印象:迄今受检的个体在很大程度上患有肌肉、肌腱、韧带、骨和关节的超荷性损伤。

下肢的变化频度最大,这说明下肢负荷因奔跑而加重。慢性劳损在今天的赛跑运动员身上引起的许多变化在流水人身上也可以看到:跟腱轻度发炎(图3),髌韧带的肌腱止点炎症(图2),跖腱炎,脚部腱鞘炎(图

4), 以及脊柱腰段病痛 (图 18)。另外还有直接涉及骨的变化, 如足关节 (图 11)、膝关节和髌关节的应力性骨折和关节病。

当然流水人并非长跑运动员, 但是检查结果说明他们经常长途跋涉。多岩石的地区使行走更加困难, 跳跃、短跑、突然刹住等猛然动作造成的负荷, 还有在坚硬地面上的奔跑, 都是加重肌腱和韧带劳损的条件。穿着鞋底很薄的鞋在坚硬的地面上奔跑会导致背痛, 特别是在脊柱腰段过渡到骨盆的下腰椎部位, 长期负荷还会导致关节病 (图 17、图 18)。距骨关节的韧带拉伤和韧带撕裂说明常常跳跃、从高处摔落, 或者把脚蹶得很厉害。特别是膝盖处的肌腱止点轻度发炎, 说明了是在不平坦的地带活动。足关节的应力性骨折和关节病源于奔跑过度; 奔跑过度会导致肌群疲劳, 从而促使应力性骨折的产生。

骨化性肌炎, 即“肌肉骨化”, 也就是说肌腱止点从前的血肿发生骨质转化 (部分也在肌腹内部), 一方面是肌群损伤的标志; 这种损伤指的是肌纤维撕裂, 源于跳跃、短跑, 或是被打、被马踢等造成的不留出血性伤口的外伤 (图 10)。另一方面, 骨化性肌炎是伤愈过程中出现了并发症的标志, 主要因过早开始活动而产生; 这说明流水人没有很多时间养伤。

长途跋涉造成的持续负荷, 还会因体重过高和背负重物而加重。鉴于流水人患有繁多的这类下肢病痛, 认为他们过的是游牧生活就应当是一种很现实的推测。

上肢主要是肩胛带和肘关节患病。肘关节表现出较频繁的疾病 (图 1), 可能与总是做一些握拳运动肘关节的动作有关, 如使用锤子或刮刀。有一个病例是前臂骨折造成的姿势不正和负荷不当, 原因在于骨折似乎没有得到足够的治疗。

在背负重物时, 尤其是在比如驯马时一再出现猛烈的牵引负荷的情况下, 两臂和肩胛带就会特别受力。从事这些活动也会导致肱肌的韧带撕裂。韧带在撕裂之前, 常常已经因繁重的劳动而变性、受损, 日常一般的负荷就足以使其撕裂。要使一根健康的韧带撕裂, 前提必须是一个剧烈的突发性事故。从马上摔落, 或驯马时一个非常剧烈而猛烈的动作, 都会造成韧带撕裂。

肩部过度负荷的另外一个原因在于射箭。流水人的肩胛骨这个部位经常出现愈合障碍, 或者说应力性骨折的现象⁶。这种变化说明肩部过度负荷, 原因比如是少年时代就开始射箭⁷。

骑马似乎是流水人的一项重要活动。病理检查结果表明, 马被广泛用作行驶工具。因为缺乏今天的一些辅助设备, 如舒适的马鞍和马镫, 所以骑马造成的身体变化进一步增强。最严重的变化表现为持续性颠簸负荷造成的椎体骨折 (图 13)。椎体高度丢失在流水人身上虽然并不特别显著, 但却很常见, 起因可能是过度负荷造成的微小创伤。另外, 一些说明患有朔伊尔曼氏病的变化, 也可以看作是少年时代早期就开始骑马造成负荷的证明。在这一点上, 似乎恰恰是 11 岁到 17 岁之间正处于生长期的青年男子要承受巨大的体力负荷。

在脊椎、特别是脊椎的腰部, 不仅可以观察到骨折, 而且还可以观察到患有严重关节病的标志。尤其是骶骨-髌骨关节 (髌髌关节), 也即脊椎到骨盆的过渡部分, 表现出严重的关节病变, 兼具明显的韧带拉伤⁸。这说明脊椎-骨盆过渡部位过度受力, 而频繁骑马即会发生这种情况。椎弓关节和椎体关节患有关节病, 也同样证明了脊椎过度负荷。此外还有一些特别显著的变化, 说明大腿肌内侧和腓肠肌表面受力剧烈; 这一检查结果也表明了骑马造成的特殊负荷⁹。

流水人运动系统的许多变化都可归因于背负重物。上文提到的椎体高度丢失不可能仅仅是由骑马颠簸负荷引起的, 经常背负重物也会导致这种变化。椎体和椎弓的骨折, 以及年轻人椎体的生长障碍 (朔伊尔曼氏病),

同样也都可能是源于繁重的体力劳动和背负重物。在通常情况下, 椎弓关节和椎体关节的关节病也源于过度负荷。流水人的四肢关节、特别是膝关节和髌关节的关节病很常见, 而背负重物是促使其产生的有利条件之一。

按照古病理学检查结果, 流水群落呈现出一个游牧民族的面貌, 为了保障生存必须在身体上付出最大的努力。他们显示的病象说明骑马和射箭具有重要的意义; 男孩必须很早就开始练习并完善掌握这两项技能, 它们不论是对获取食物, 还是对保卫自己的团体或进攻敌人, 都是必不可少的。从事这些活动意味着紧张状态, 因为常常会关乎生死, 人们显然必须付出接近其身体极限的努力。

本文所描述的这个游牧民族的生活与我们的文明社会形成了鲜明的对比, 然而两者却表现出同样的病象。今天, 一些人由于负荷不当, 或是通常缺乏锻炼的人由于运动过度而对自己的肌腱、韧带、关节和骨造成伤害。

人们普遍认为, 锻炼再加上充足的营养就能保证身体处于良好的状态。古病理学检查结果表明, 流水人尽管拥有很好的前提条件 (肌肉强壮的个体、几乎没有营养不良症), 身体持续处于超负荷的极限状态却使他们具备了上述病象, 而今天此类病象的原因在于对缺乏锻炼的身体突然提出过高的运动要求, 在其他非现代、也就是说古代群体那里, 此类病象的原因也可能是对运动系统的要求严重过低¹⁰。

流水人从小拥有强健的体魄, 不可避免的过度负荷损害了他们的身体。文明社会的我们用以维持生计的工作, 不再要求身体去劳累肌肉、肌腱和韧带。如此缺乏锻炼造成了生理上的和影响体貌的后果, 今日社会的人们又试图用运动来补偿, 而这最终却会导致与流水人基于超负荷的同样的病象。

注释:

- 1、Schultz, 1982 年。
- 2、Schultz 等, 2007 年。
- 3、Schultz, 1988 年 a。
- 4、Hawkey 和 Merbs, 1995 年, 第 324 页。
- 5、Hawkey 和 Merbs, 1995 年, 第 329 页。
- 6、Schultz 等, 2007 年。
- 7、Stirland, 1984 年; Schultz 和 Schmidt-Schultz, 2005 年。
- 8、Schultz 等, 2007 年。
- 9、Schultz 等, 2007 年。
- 10、Schultz 和 Kunter, 1999 年。

示意图:

示意图 1: 流水个体应力性骨折、肌腱劳损 (肌肉及肌腱轻度发炎) 和韧带劳损 (韧带轻度发炎) 的频度例证

(Beispiele für die Häufigkeit von Stressfrakturen, Myotendopathien und Ligamentopathien / 应力性骨折、肌腱劳损和韧带劳损频度例证; Stressfraktur Fuß / 脚部应力性骨折; Stressfraktur Schulter / 肩部应力性骨折; Adduktoren/Wadenmuskelzerrung / 收肌、腓肠肌拉伤; Fersensporn / 跟骨骨刺; OSG Bandzerrung / 距小腿关节韧带拉伤; min krank / 最低患病频度)

示意图 2: 流水个体变性关节疾病的频度

(Häufigkeit degenerativer Gelenkveränderungen / 变性关节病变频度; Schultergelenk / 肩关节; Ellenbogengelenk / 肘关节; Radioulnargelenk / 桡尺关节; prox. Kniegelenk / 近端膝关节; ISG / 髌髌关节; Hüftgelenk / 髋关节; Kniegelenk / 膝关节; OSG / 距小腿关节; min krank / 最低患病频度)

示意图 3: 流水个体脊椎椎体变异的频度

(Häufigkeit krankhafter Veränderungen der Wirbelsäule / 脊椎椎体病变频度; Fraktur / 骨折; Bogenschlußstörung / 椎弓闭合障碍; Über-

gangsstörung / 腰椎化、骺骨化等过渡部位障碍; Höhenminderung / 椎体高度丢失; Knorpelknötchen / 施莫尔氏软骨结节; WK Arthrose / 椎体关节病; WB Arthrose / 椎弓关节病; min krank / 最低患病频度)

图片说明

图 1: M 45-1 壮年男子。双臂肱骨的后视图: 连接于左肱骨的前臂伸屈肌的一部分发生肌腱起点病变(图左侧), 由于前臂伸屈肌劳损而引起。摄影: J. Gresky。

图 2: M 24-1 壮年男子。双腿小腿的前视图: 右髌韧带止点病变(图左侧), 由于在坚硬的地面上奔跑、跳跃和突然的刹住动作而引起。摄影: J. Gresky。

图 3: M 28-2 壮年男子。双脚跟骨的后视图: 左跟腱止点病变(图左侧)。跟腱轻度发炎有可能是由于长途走路或奔跑及猛然的负荷而引起。摄影: J. Gresky。

图 4: M 21-3 壮年男子。双脚跟骨的外表: 右边腱鞘炎导致的病变(图左侧); 也可能是由于持续奔跑而引起。摄影: J. Gresky。

图 5: M 37-3 壮年男子。双肩肩胛骨的前视图: 右肩峰病变, 源于旋转带损伤(图右侧), 旋转带损伤常常是由于射箭、抡锤等身体的半边劳动或是驯马而引起。摄影: J. Gresky。

图 6: M 40-3 壮年男子。右跟骨的外表: 跟骨骨刺。这样的新生骨是由于持续负荷——比如长途跋涉或背负重物——而引起。摄影: J. Gresky。

图 7: M 40-3 壮年男子。右跟骨下后部的表面: 跟骨骨刺。摄影: J. Gresky。

图 8: M 56-1 老年男子。左距骨关节(腓骨和胫骨)的后视图: 跳跃或从高处掉落导致韧带撕裂后发生的病变。摄影: J. Gresky。

图 9: M 37-3 壮年男子。两边髌骨的外表: 髌嵴生成异常严重的唇, 由于腹壁斜肌非常强壮而引起。腹壁斜肌特别是在做铲、挖动作或拖拉重物时会受力。摄影: J. Gresky。

图 10: M 45-1 壮年男子。双腿大腿下端的后视图: 右外侧大腿伸肌患有骨化性肌炎(肌腱止点曾有血肿“骨化”)的痕迹(图右侧), 是被打或被马踢造成的结果。摄影: J. Gresky。

图 11: M 56-1 壮年男子。脚部两个舟骨的后视图: 右舟骨部分生成粘连的籽骨(图右侧), 左舟骨的籽骨折断(图左侧); 原因在于脚部负荷加重。摄影: J. Gresky。

图 12: M 55 壮年男子。右肩峰的前视图: 表面在骨折后发生的病变, 或是肩峰骨关节病, 后者的起因是比如射箭所造成的双肩肩关节劳损。摄影: J. Gresky。

图 13: M 46-1 壮年男子。第十一胸椎椎体上面的透明软骨板: 有可能是比如骑马引起的持续颠簸负荷造成的骨折。摄影: J. Gresky。

图 14: M 56-1 老年男子。第十二胸椎椎体下面的透明软骨板: 因一次性事件, 比如从较高处摔落或从马上跳下造成的骨折。摄影: J. Gresky。

图 15: M 45-2 壮年男子。第五腰椎的左上椎弓关节: 身体持续半边负荷造成的骨折。摄影: J. Gresky。

图 16: M 40-2 中年女子。左股骨的后视图: 外关节滑车的变性变化(图左侧)。摄影: J. Gresky。

图 17: M 21-2 老年男子。第三颈椎的下视图: 椎体和左椎弓关节的变性变化(图右侧)。摄影: J. Gresky。

图 18: M 24-2 壮年男子。第十胸椎到第二腰椎的右侧视图: 第一腰椎明显表现出棘突的高度丢失。高度丢失的原因有可能在于高强度体力负荷导致的生长障碍(比如朔伊尔曼氏病)。摄影: J. Gresky。

图 19: M 24-2 壮年男子。第十二胸椎上面的透明软骨板: 椎体上面和下面的透明软骨板内椎间盘突出(朔伊尔曼氏病引起的施莫尔氏软骨结节)造成的压迹。摄影: J. Gresky。