





Reflexkriechen

- 2.1 Inhalte des Reflexkriechens – 32
- 2.2 Stützfunktion von Gesichtsarm und Schultergürtel – 37
- 2.3 Schrittbewegung des Hinterhauptsarms und seine Beziehung zum stützenden Gesichtsarm – 55
- 2.4 Streckung und Drehung von Kopf und Halswirbelsäule bei Vorwärtsbewegung der Schultergürtelachse – 59
- 2.5 Schrittzyklus beim Vierfüßlergang niederer Wirbeltiere, beim menschlichen Krabbelgang und bei der Reflexlokomotion – 64
- 2.6 Beinbewegungen und Schrittphasen – 69
- 2.7 Bewegungen des Axisorgans: Kopf und zervikaler Bereich – 89
- 2.8 Aktivitäten im orofazialen Bereich – 96


2.1 Inhalte des Reflexkriechens

In  Übersicht 2.1 werden die motorischen Teilmuster des globalen Fortbewegungsmusters »Reflexkriechen« zusammengefasst.

Übersicht 2.1. Teilmuster des Reflexkriechens


- Der **Rumpf** richtet sich auf und bewegt sich in Richtung der stützenden Extremitäten (Ellenbogen- und Kniegelenk).
- Voraussetzung ist eine unbehinderte **Wirbelsäulenextension** in allen Abschnitten, die über intersegmentale **Rotationen** im Bereich des Axisorgans (Kopf, Hals- und Brustwirbelsäule) zustande kommt.
- Der Rumpf **hebt** sich von der Unterlage ab und bewegt sich zum stützenden Ellenbogen hin.
- Der **Oberarm** ist im Schultergelenk 120-135° flektiert und 30° abduziert, wodurch sich der Stützpunkt Ellenbogen lateral und kranial des Rumpfes befindet.
- Die **gesichtsseitigen proximalen Segmente** der Extremitäten (Oberarm, Oberschenkel) und die Ferse des Hinterhauptsbeins werden gemäß der **kreuzkoordinierten Fortbewegung** ( Abb. 2.23) in wechselnder Folge zu Stützpunkten.
- Bei der **Aufrichtung** während der **Stützphase** des Schrittes bewegt sich die Schultergelenkpfanne (Gesichtsseite) drehend über den Humeruskopf; die Hüftgelenkpfanne bewegt sich bei stützendem Kniegelenk (Gesichtsseite) drehend über den Femurkopf.
- In der **Standphase** bewegt sich die Hüftgelenkpfanne bei stützendem Fuß (Hinterhauptsseite) drehend über den Femurkopf.
- Bei der phasischen Bewegung (**Beuge- und Relaxationsphase** des Schrittes am hinterhauptsseitigen Arm und gesichtsseitigen Bein) gleiten Humerus- und Femurkopf drehend in ihren Gelenkflächen.

2.1.1 Gelenkstellungen in der Ausgangslage (Abb. 2.1)

Die Ausgangslage ist die **Bauchlage**. Sie wird durch die Anwendung der Auslöse- oder Reizzonen ( Kap. 2.1.2) über globale Muskelfunktionen zu einer **aktivierten labilen Körperlage**, aus der sich der Fortbewegungsprozess des Reflexkriechens in Gang setzt.

Aktivierte Ausgangslage

Die Gelenkstellungen folgen bereits der **Aufrichtung**. Der Rumpf hat sich im Vergleich zur nicht aktivierten Ausgangslage schon etwas von der Unterlage abgehoben und zum stützenden **Ellenbogen** hin vorwärtsbewegt. Dadurch stellt sich das **Handgelenk** in der gesichtsseitigen Schulter- und Hüftgelenklinie ein. Das **Becken** hat sich bereits auf dem Hinterhauptsbein aufgerichtet, sodass die **Ferse** in der Linie des Tuber ossis ischii liegt. Das **Hüftgelenk** des Gesichtsbeins ist schon außenrotiert und abduziert. Der **Unterarm** liegt mit der volaren Fläche auf der Unterlage. Die Längsachse des **Humerus** zielt zum Gipfel der Kyphose, die sich im Bereich des thorakolumbalen Übergangs befindet. An dieser Stelle ist die maximale Rotation der thorakalen Wirbelsäule möglich.

In  Abb. 2.1 ist die aktivierte Ausgangslage dargestellt. Obwohl sich der Säugling in seinen Proportionen stark von älteren Kindern und Erwachsenen unterscheidet, wird für alle Altersstufen die gleiche Zeichnung verwendet.

Kopf

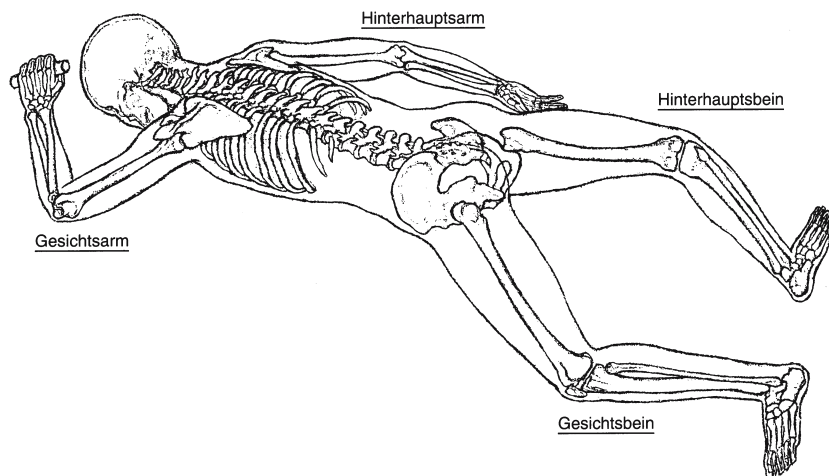
Der Kopf wird in der Halswirbelsäule passiv gestreckt und 30° gedreht, bis er mit dem Tuber frontale auf der Unterlage liegt. Hierbei wird die **Lordose** der Halswirbelsäule ausgeglichen. Die zu erwartende Aktivität des Kopfes geht von der **asymmetrischen Ausgangslage** aus.

Gesichtsarm

Der Arm der Gesichtsseite ist im Schultergelenk über 120°, jedoch weniger als 135° flektiert und 30° abduziert. Der mediale Epicondylus humeri liegt auf der Unterlage. Das **Ellenbogengelenk** ist ca. 45° flektiert. Das **Handgelenk** liegt in der Schultergelenklinie. (Die Winkelgrade beziehen sich auf die Null-Stellung im Stand).

Handstellung

Bei der Behandlung zerebralparetischer Kinder oder Erwachsener kann beim Reflexkriechen ein harter Gegen-



■ **Abb. 2.1.** Ausgangslage des Reflexkriechens. Die Bezeichnung der Extremitäten richtet sich nach der Kopfdrehung: Die dem Gesicht zugewandten Extremitäten heißen Gesichtsbain und -bein, die dem Gesicht abgewandten Extremitäten Hinterhauptsarm und -bein

stand in die Gesichtshand gegeben werden. Er ermöglicht die **passive Breitstellung** der Handfläche und erleichtert es den **Mm. interossei palmares** synergistisch mit den isometrisch angespannten **Mm. interossei dorsales** zu arbeiten. Die Anspannung der Handmuskulatur muss bei **abduzierten Metakarpalia** stattfinden. Dabei wird die Hand zur Faust geschlossen, meist vehement zur Faust geballt, sodass die **Mm. interossei palmares** und **dorsales** ihre pathologische Dysbalance aufgeben. Die zur Faust geschlossene Hand entfaltet sich im Mittelhandbereich, ergreift den Gegenstand und wird dann radial abduziert. Dies ist bemerkenswert, da bei Bewegungsstörungen, v.a. bei der **pathologischen Handstellung** zerebralparetischer Patienten, adduzierte Metakarpalia und ulnare Deviation des Handgelenks vorherrschen.

Hinterhauptsarm

Der Arm der gesichtsabgewandten Seite ist sowohl im Schulter- als auch im Ellenbogengelenk in 0°-Stellung und liegt neben dem Rumpf. Hand- und Fingergelenke sind frei gehalten.

Hinterhauptsbein bei Säuglingen und Kleinkindern

Das dem Gesicht abgewandte Bein hat in diesem Alter die gleiche Winkelstellung wie das Bein auf der Gesichtsbainseite. Der Oberschenkel ist so weit in **Außenrotation** und **Abduktion**, dass der mediale Femurkondylus aufliegt. Der funktionelle Unterschied zwischen Gesichtsbain- und Hinterhauptsbein liegt in der »geplanten« und zu erwartenden Bewegungsantwort (► Kap. 2.6).

Bei Reizung der **Fersenzone** (► Kap. 2.1.4) wird das obere Sprunggelenk im 90°-Winkel bei **Inversion** des **Fußes** vom Therapeuten passiv auf der Unterlage gehalten.

Hinterhauptsbein bei Erwachsenen

Der Erwachsene hat eine geringere Becken- und Beinbeweglichkeit als der Säugling, da die **Abduktions-** und **Außenrotationsfähigkeit** der Hüftgelenke nachlässt.

Beispiel

Wenn **rechtes Bein** Hinterhauptsbein ist, und medialer Femurkondylus und Ferse auf der Unterlage aufliegen, entstehen folgende **weiterlaufende Bewegungen** in der Lendenwirbelsäule:

- linkskonvexe Lateralflexion,
- Extension und
- negative Rotation der Verbindungslinie zwischen rechter und linker Spina iliaca anterior superior (Minusrotation).

Gesichtsbain

Bei **Säuglingen** und **Kleinkindern** ist das Bein der Gesichtsbainseite (■ Abb. 2.1) im **Hüftgelenk** 30-40° flektiert, 60° abduziert und etwa 40° außenrotiert. Das **Kniegelenk** ist 40° flektiert. Das **Fußgelenk** liegt frei und befindet sich in der Schulter-Hüftgelenk-Linie, in der sich auch der Tuber ossis ischii befindet. Die **Vorfuß-** und **Zehenstellung** wird in der Ausgangslage nicht passiv korrigiert. Bei **Erwachsenen** liegt das Gesichtsbain in Streckung, Adduktion und Innenrotation.

2.1.2 Auslösezonen (▣ Abb. 2.2)

Es wird unterschieden zwischen

- Reizzonen an den **Extremitäten** und
- Reizzonen im Bereich des **Schulter- und Beckengürtels**.

Die an den Extremitäten gelegenen Zonen reizen das **Periost**. Über die Zonen an Schulter- und Beckengürtel werden, zusätzlich zum Periostreiz, **Dehnreize** auf bestimmte Muskelgruppen ausgelöst. Eine Ausnahme bezgl. der Lokalisation ist die **Rumpfzone**, durch die v.a. die **autochthone Muskulatur** angesprochen wird.

Die Reize auf Periost und Muskeln, ebenso der Druck auf die Gelenkflächen und Bänder haben **propriozeptiven Charakter**.

Das Setzen der Reize über die Auslösezonen hat in der therapeutischen Anwendung **keine** Wertigkeit. Bei einem **gesunden Neugeborenen** kann jedoch aus einer Extremitätenzone der Koordinationskomplex in seiner Globalität **vollkommen** provoziert werden, was aus einer am Schulter- oder Beckengürtel gelegenen Zone oder aus der Rumpfzone nicht möglich ist.

2.1.3 Räumliche und zeitliche Summation der Auslösereize

Werden **mehrere** Auslösezonen gleichzeitig gereizt, kommt die geplante Muskelaktivität durch die **räumliche Summation** schneller und vollkommener zustande als bei Reizung nur einer Zone. Durch **Variation** und **Kombination** der angewandten Zonen kann der **Afferenzstrom** der Impulse auf unzählige Arten modifiziert und vervielfältigt werden, um die bei **motorischer Pathologie** gestörten Koordinationsebenen der angelegten, jedoch blockierten Reflexfortbewegungsmuster zu erreichen. Erst dann kann das **motorische Output** die ontogenetisch programmierten Muskelspiele in Gang setzen.

Im Laufe der Aktivierung entsteht durch die **zeitliche Summation** eine **isometrische Kontraktion**. Sie kann durch anhaltende Reizung der Auslösezonen und **Widerstand** gegen die entstandenen Bewegungsabläufe verstärkt werden. Durch den Widerstand wird die isotonisch-dynamische Kontraktion in eine isometrisch-dynamische umgewandelt. Das in Isometrie gehaltene Reflexfortbewegungsmuster darf keinesfalls mit statischer Muskellarbeit verwechselt werden. Eher ist der von der isometrisch

kontrahierten Skelettmuskulatur getragene Organismus mit einem gespannten Bogen zu vergleichen. Wird dieser losgelassen, richtet sich seine Bewegung zum Endziel hin, d.h., die **isometrische** Muskelkontraktion hat eine **Wirkrichtung** und enthält einen **Fortbewegungsvektor** (Kraftlinie: Die Kontraktionskraft wird mit einer bestimmter Stärke in eine festgelegte Richtung weitergeleitet).

Aktivierter Körperlage und ihre Bremsung

Die **Ausgangslage** wird bereits durch die Zonenreizung zu einer aktiven sehr labilen Lage. Wird diese durch **Widerstand** gebremst, kann sie in ihrer verlängerten Dauer als die auf ihr Ziel hinsteuernde **Zeitlupenbewegung** angesehen werden. Da der im zentralen Nervensystem geplante Bewegungsablauf nicht nur theoretisch erklärbar, sondern auch sichtbar ist, ist es kein Problem, sich die Körperlage in der Endposition mit den unterschiedlichen Winkelstellungen der Gelenke vorzustellen.

Bei **dynamisch-isometrisch** gehaltener labiler **Ausgangslage** werden die Muskeln bereits in der Ausgangslage aktiviert, um den Menschen über gesetzmäßige Gelenkbewegungen in Endposition zu bringen.

Die **geplante Bewegung** ist nicht nur theoretisch erklärbar, sondern auch sichtbar; nicht nur, aber vor allem bei zerebralmotorischen Störungen, bei denen im Gegensatz zu peripheren Läsionen eine intakte neuronale Verbindung zu den Muskeln besteht.

Lokale motorische Antwort als erste sichtbare Aktivierung des globalen Musters

Bei Reizung einer Zone kommt es am gereizten Ort direkt zu einer **lokalen Antwort**. Breiten sich die verschiedenen lokalen Antworten durch zeitliche und räumliche Summation aus, kommt ein **globales Muster** zustande. Unter dem Begriff »lokale Antwort« ist keineswegs eine Antwort aus dem nächstliegenden Bereich des ZNS, dem **spinalen Niveau**, zu verstehen; die lokale Antwort wird aus der aktivierten Körperlage »geboren« und ist posturalmäßig an die **ganzheitliche Körperhaltung** gebunden. Durch die weitere zeitliche Fortpflanzung der Reizung und Aktivierung ist an der gereizten Extremität evtl. die erste sichtbare Landung des motorischen Kommandos von der übergeordneten Kommandobrücke auf das der Extremität zugeordnete spinale Gebiet (»final common path«) zu sehen.

➤ Anzahl der Reizzonen

Aus jeder Zone kann potentiell der ganze Fortbewegungskomplex provoziert werden. Beim Reflexkriechen

(► Kap. 2.1.4, 2.1.5) und auch beim Reflexumdrehen (► Kap. 3.3.2, 4.2) stehen **9 Reizzonen** zur Verfügung. Bei den **reziproken Mustern** der Reflexfortbewegung wird das globale Muster auf einer Körperhälfte, (die Hinterhaupts- und auch Gesichtsseite ist), von 9 Zonen aus in Funktion gebracht. Somit wird zur Aktivierung **desselben globalen Musters** mit 2×9 Zonen gearbeitet. Hierdurch wird das zentrale Nervensystem mit physiologisch adäquaten Signalen aus der Peripherie dosierbar »überschwemmt«.

Auswirkungen des aktivierten Zustands des Nervensystems

Die **Afferenzen** und **Efferenzen** aus den provozierten physiologischen Muskelspielen werden dem Zentralnervensystem in verschiedenartigster Kombination und zeitlicher Speicherung eingeprägt. Es wird in einen aktivierten Zustand versetzt, dessen Nachwirkungen nach Ende der Reizsetzung noch mindestens eine **halbe Stunde** anhalten. Dafür spricht die regelmäßige Erfahrung bei der Behandlung von ICP-Kindern, die meist eine gestörte **Stereognosie** (Fähigkeit, Gegenstände mit der Hand zu erkennen) und eine **Dysarthrie** (Störung der Sprechmotorik mit gestörter Artikulation, vermehrter Sprechanstrengung, Veränderung der Lautstärke und Sprechgeschwindigkeit) haben.

Beispiel

Machen ICP-Kinder Fortschritte in der **Stütz-** und **Greiffunktion** der Hand, entwickelt sich zunehmend die Fähigkeit der **Stereognosie** (► Kap. 1.6.2). Diese ist anfänglich nur vorübergehend direkt nach der Therapie für ca. 30 Minuten vorhanden und verschwindet wieder. Ist jedoch die weitere regelmäßige Behandlung gewährleistet, nehmen mit der sich verbessernden Stütz- und Greiffunktion auch die stereognostischen Fähigkeiten zu; sie stehen schneller und dauerhafter zur Verfügung.

Das durch die **Lockerung** der **Spastizität** zustande kommende Wohlbefinden der Kinder nach der Therapie hat ebenfalls nur eine begrenzte Dauer.

Gleiches trifft für die **Lockerung** des **Sprechens** bei Dysarthrien zu.

Um die **Dauer** der Behandlungsnachwirkungen zu verlängern, muss die Therapie mehrmals täglich durchgeführt werden. Dadurch verlängert sich der »**geweckte Zustand**« des ZNS, denn nur über diesen kann das ICP-Kind die neu

entstandenen Fähigkeiten in seiner motorischen Ideation anwenden.

2.1.4 Auslösezonen an den Extremitäten (► Abb. 2.2)

Hinterhauptsbein

Lokalisation. Der Reiz wird am Außenrand der Ferse, am **Proc. lateralis tuberis calcanei**¹ des Kalkaneus, direkt am Ursprung des **M. abductor** der Kleinzehe ausgelöst.

Druckrichtung. Der Druck geht nach ventral, kranial und medial (bezogen auf den Unterschenkel), d.h., gegen die Unterlage und zum Kniegelenk, des Weiteren zum Hüftgelenk.

Reizart. Hauptsächlich **propriozeptiv**. Über die Beteiligung von Berührungs- und Schmerzrezeptoren der Haut werden keine sicheren Angaben gemacht.

Gesichtsbein

Lokalisation. Der Reiz wird am **Epicondylus medialis femoris** ausgelöst.

Druckrichtung. Der Druck ist gegen die Adduktion und in Richtung Hüftgelenk, also nach dorsal, medial, kranial gerichtet.

Reizart. Periostreiz (propriozeptiv), außerdem Druck des Hüftkopfs in die Hüftgelenkpfanne und Dehnung der Oberschenkeladduktoren.

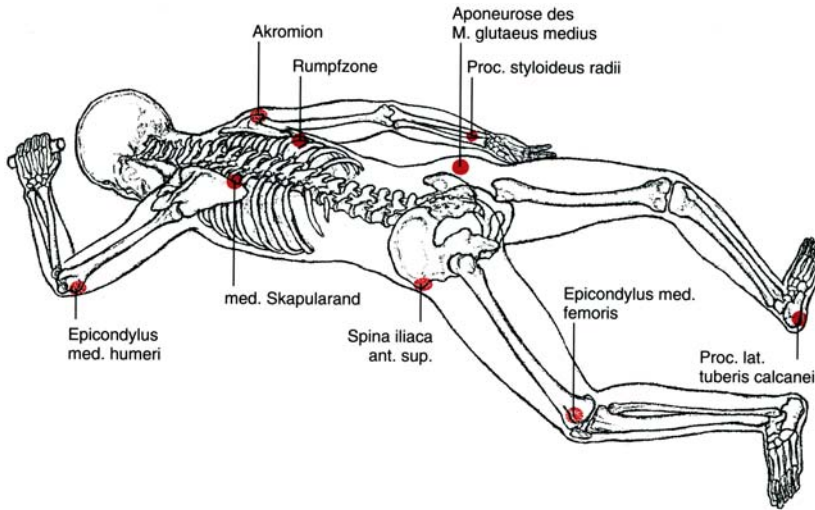
Hinterhauptsarm

Lokalisation. Die Auslösezone liegt ca. 1 cm proximal des **Proc. styloideus radii** auf der medioventralen Seite des Radius.

Druckrichtung. Der Druck geht nach dorsal, lateral und kranial in Richtung Ellenbogen- und Schultergelenk.

Reizart. Periostreiz.

1 Der M. abductor digiti minimi ist der größte und längste Kleinzehenmuskel. Er formt bei Aktivierung der Reflexlokomotion den lateralen Fußrand.



■ **Abb. 2.2.** Auslösezonen des Reflexkriechens

Gesichtsarm

Lokalisation. Der Reiz wird am **Epicondylus medialis humeri** ausgelöst.

Druckrichtung. Der Druck geht nach dorsal, kaudal und medial (bezogen auf den Rumpf).

Reizart. Periostreiz, außerdem Druck des Humeruskopfes in die Schultergelenkpfanne.

- Übertragener Reiz auf die **kostovertebralen Gelenke**.
- Übertragener Reiz auf die **Rotatoren** der **autochthonen Muskulatur** (► Kap. 4.6.1).
- Direkter Reiz auf die **Mm. intercostales externi**.
- Reizung der **Interozeptoren** der **Pleura** (Veränderung der Atemfrequenz und -tiefe).
- Übertragene **Dehnung** der Schulter- und Beckengürtelmuskulatur auf der Gesichtsseite, ebenso auf den unteren Anteil des **M. trapezius**.

2.1.5 Auslösezonen an Rumpf und Gliedergürteln (■ Abb. 2.2)

Rumpfzone

Lokalisation. Die Rumpfzone liegt unmittelbar kaudal des unteren Skapulawinkels in der vertebralen skapulären Linie der Hinterhauptsseite, am Rande des **M. erector trunci**.

Druckrichtung. Der Druck geht nach ventral und medial in Richtung Sternum und

- in der **Ausgangslage** in die Mitte der Distanz zwischen Knie und Ellenbogen der Gesichtsseite (nach kaudal),
- bei vollzogener **Beugung** des **Gesichtsbeins** in Richtung des gesichtsseitigen Kniegelenks.

Reizart. Der Reiz wirkt als:

- **Periostreiz** im Bereich der 7. und 8. Rippe.

Gesichtsseite des Schultergürtels

Lokalisation. Die Reizzone liegt am **medialen Skapularand**, an der Grenze zwischen mittlerem und unterem Drittel.

Druckrichtung. Der Druck geht nach lateral, kranial und dorsal, evt. auch ventral zum stützenden Ellenbogen in Richtung Epicondylus medialis humeri. Hierdurch wird der Periostreiz mit der Dehnung des **M. serratus anterior** bzw. der **Adduktoren** der Skapula kombiniert.

Reizart. Periostreiz mit Dehnungsreiz auf den **M. serratus anterior**, evt. auf die **Adduktoren** der Skapula.

Gesichtsseite des Beckengürtels

Lokalisation. Der Reiz wird an der **Spina iliaca anterior superior** ausgelöst.

Druckrichtung. Der Druck geht nach dorsal, kaudal und medial.

Reizart. Periostreiz und Dehnung der **schrägen Bauchmuskulatur** und des **M. quadratus lumborum**.

Hinterhauptsseite des Schultergürtels

Lokalisation. Die Reizzone liegt am ventralen Rand des **Akromions**.

Druckrichtung. Der Druck geht nach dorsal, medial und kaudal.

Reizart. Periostreiz und Dehnung, besonders des **M. pectoralis minor**, des **oberen Teils** des **M. trapezius**; übertragene Dehnung auf den **M. pectoralis major** der Gesichtsseite.

Hinterhauptsseite des Beckengürtels

Lokalisation. Die Reizzone liegt im mittleren Teil der Aponeurose des **M. gluteus medius**.

Druckrichtung. Der Druck geht nach ventral und medial, beim 3. Vektor ändert sich die **Richtung**:

- Ist das Gesichtsbein noch in der **Ausgangslage**, geht die Druckrichtung in die Mitte der Distanz zwischen Kniegelenk und Ellenbogen der Gesichtsseite.
- Ist das Gesichtsbein schon **gebeugt**, wird der Druck gegen das Kniegelenk der Gesichtsseite, nach kranial gerichtet.

Reizart. In der **Ausgangslage** gibt es einen direkten punktuellen Reiz auf die Aponeurose des **M. gluteus medius** der Hinterhauptsseite und Dehnung des **M. gluteus medius**. Eine **indirekte Dehnung** kommt auf der lateralen gesichtsseitigen Muskelschicht des Rumpfes zustande. Der Reiz wirkt außerdem auf die **Hüftadduktoren** des Gesichtsbeins und **M. triceps brachii** der Gesichtsseite.

Bei **gebeugtem Gesichtsbein** wird eine Dehnung auf **M. quadriceps femoris**, **ischiokrurale Muskelgruppe** und **M. gluteus medius** des Gesichtsbeins ausgeübt.

2.2 Stützfunktion von Gesichtsarm und Schultergürtel

In **■ Übersicht 2.2** sind die Funktionen von Gesichtsarm und Schultergürtel beim Reflexkriechen zusammengefasst.

■ Übersicht 2.2. Funktionen von Gesichtsarm und Schultergürtel beim Reflexkriechen:

- Der Gesichtsarm übernimmt gemeinsam mit dem Schultergürtel die **Stützfunktion** für den Rumpf.
- Der Schultergürtel wird auf diesem Arm **gegen** die **Schwerkraft** aufgerichtet.
- Das Axisorgan (Kopf und Rumpf) wird über das Schultergelenk in Richtung des Gesichtsarms zur **Seite, vorwärts** und nach **oben** bewegt.
- Die Bewegungen von Hals- und Brustwirbelsäule, Kopf, Becken und der übrigen Extremitäten stehen in engem Zusammenhang mit den hoch differenzierten **Aufrichtemechanismen** im Schultergürtelbereich, bei denen die Schultergürtelmuskulatur den Rumpf dreidimensional über den Humeruskopf zieht.
- Die Aufrichtung über den stützenden Oberarm mit der Fortbewegungstendenz des Rumpfes zum Stützpunkt Ellenbogen gibt dem Axisorgan (Rumpf und Kopf) eine **Haltung**, die auf muskulär-dynamischer Koordination beruht.
- Stützpunkt ist der **Ellenbogen**.
- Bei Ellenbogenstütz wird der in die Hand gegebene Gegenstand bei **dorsaler Extension** und **radialer Abduktion** des Handgelenks ergriffen!
- Die **Metakarpalia** werden bei gebeugten Fingergelenken abduziert.
- Die zur Faust geschlossene **Hand** wird nicht belastet; der Stütz erfolgt nicht auf der Hand.
- Analog zu den Phasen des **Schrittzyklus**, befindet sich der Gesichtsarm in der **Stütz- oder Standphase**. Die Wirkrichtung der Muskulatur geht zum Punktum fixum Ellenbogen, d.h., Schulterblatt- und Oberarmmuskulatur haben eine **Wirkrichtung** nach distal, die Unterarmmuskulatur nach proximal.

Pathologie: Bedeutung des Schultergürtels bei globalen Ersatzbewegungen

Im Schultergelenk der **Gesichtsseite** spielt sich der gesamte **Drehmechanismus** des Reflexkriechens ab. An diesem Gelenk hängt bei der Vorwärtsbewegung das ganze **Körpergewicht**. Weicht es dabei in eine **abnormale Haltung** aus, hat das übrige Muskel- und Skelettsystem keine Chance, in die Fortbewegungsfunktion des globalen Musters einzusteigen. Stattdessen gehen vom gesichtssei-

tigen Schultergelenk **Ersatzbewegungen** aus, die sich über Rumpf und Wirbelsäule bis in die Peripherie fortsetzen. In der motorischen Entwicklung des Kindes entstehen auf diesem Wege bereits **vor dem 3. Lebensmonat** abnorme Haltungs- und Bewegungsmuster.

Bei **infantilen zerebralmotorischen Störungen** entwickeln sich die Ersatzbewegungen zwingend auf diese Weise. Auch entstehen darüber **Körperhaltungsmängel** im frühen Kindesalter und darauf aufbauende **Sekundärsymptome** wie

- Knick- und Plattfuß,
- frühkindliche Skoliose,
- Glockenthorax.

2.2.1 Funktion der Skapula

Das Schulterblatt ist ein am Rumpf frei beweglicher Knochen, an dem die großen flachen Rumpfmuskeln ansetzen. Seine **dreieckige Form** und Konfiguration machen es möglich, dass sich beim Reflexkriechen die Muskelspiele des oberen Rumpfes **zuerst** auf das gesichtsseitige Schultergelenk und dann über das Schultergelenk hinweg zum **Punktum fixum** Ellenbogen konzentrieren.

Die **Muskelspiele** sind dynamisch, labil und keinesfalls statisch, denn das Reflexkriechen ist ein **reziprokes**, sich immer wiederholendes **zyklisches** Fortbewegungsmuster, in das selbstverständlich auch das Schulterblatt integriert ist. Seine außerordentlich große funktionelle Bedeutung wird beim stützenden Arm der Gesichtsseite deutlich, denn hier – ebenso wie in der motorischen Ontogenese des Menschen – liegt die **Startstufe der Gleichgewichtssteuerung** (Vojta¹ 1974).

Humerus als stützender Hebel und Hebekranfunktion der Skapula für den Rumpf

In Bauchlage ist die muskuläre Bindung der Skapula an den Rumpf und v.a. die des Rumpfes an die Skapula Voraussetzung für die **Gewichtsverlagerung** in Richtung Humerus, der als **stützender Hebel** dient. Um die Gewichtsverlagerung gut koordinieren zu können, muss die gesamte Rumpfmuskulatur synergistisch arbeiten. Sämtliche Muskeln verlieren dabei ihre **Agonisten-Antagonisten-Funktion**, denn das Körpergewicht wird von synergistischen Muskelfunktionen ausgewogen verlagert, was gleichbedeutend mit einer **Gleichgewichtshaltung** ist.

Betrachtet man die Skapula als **Hebekran**, an dem der Oberkörper durch Muskelfunktionen aufgehängt ist, wird

ihre Funktion sehr anschaulich: Gestützt auf den Hebel des Humerus wird der Rumpf auf der Gesichtsseite zur Skapula gehoben und über das Schlüsselgelenk Schulter vorwärts bewegt (■ Abb. 2.3).

Die **Fortbewegungsrichtung** des Rumpfes geht über den kranialateralen Winkel des Schulterblatts und die Cavitas glenoidalis zum Humeruskopf, über dem sich der ganze Rumpf als **Korpus mobile** drehend aufrichtet.

Idealmotorische Entwicklung: Funktion der Skapula

Die Skapula ist als überdimensionales **Os interpositum** anzusehen. Erst mit ihrer Hilfe ist die von der Muskelaktivität abhängige Elastizität bei der **Fortbewegung auf allen Vieren** gewährleistet. Das trifft auf das Reflexkriechen ebenso zu wie auf die Fortbewegungsarten während der motorischen Ontogenese bis zum freien bipedalen Gang. Hierzu gehören nicht nur der Krabbelgang, sondern z.B. auch das Hochziehen zum Stand und das Seitwärtsgehen an Möbeln entlang.

Bei **Fortbewegungen in vertikaler Rumpfhaltung** bewirkt die Funktionseinheit »Rumpf-Schulterblatt-Arme« das elastische reziproke **Gegenpendeln** der Arme bei der **Gleichgewichtssteuerung**. Die knöchernen Form der Skapula ist so konstruiert, dass die Konzentration der Kräfte sowohl bei der Aufrichtung des Schultergürtels auf den Arm als auch bei der phasischen Armbewegung in Richtung Schultergelenk zielt. Dies wird beim Reflexkriechen in der phasischen Funktion des Hinterhauptsarms deutlich, wobei die das Schulterblatt besetzende Muskulatur (**Mm. rhomboidei**, **M. levator scapulae**, **M. trapezius**, alle Anteile des **M. serratus anterior**, **M. subscapularis**) den Arm bewegt (► Kap. 2.3).

2.2.2 Dorsale muskuläre Bindung des Rumpfes an die Skapula (■ Abb. 2.3 a, b)

Die dorsale Muskulatur, **Mm. rhomboideus major** und **minor**, **Pars transversa** und **Pars ascendens** des **M. trapezius**, **M. subscapularis** (■ Abb. 2.4), hat einen **streckenden Einfluss** auf die autochthone Muskulatur. Lateral schließt sich der **M. serratus anterior** an. **M. serratus posterior inferior**

The Global Theory of Minimal Surfaces in Flat Spaces

Lectures given at the 2nd Session of the Centro
Internazionale Matematico Estivo (C.I.M.E.) held in
Martina Franca, Italy, June 7-14, 1999

Meeks, W.H.I.; Ros, A.; Rosenberg, H. - Pirola, G.P. (Ed.)

2002, XII, 124 p.,

ISBN: 978-3-540-45609-4