

2. Problemstellung

2.1. Geschichtlicher Überblick über die Entwicklungsschritte des Studiums von wachsenden Stümpfen

Amputationen der Gliedmaßen waren seit Jahrhunderten notwendig. Obwohl solche Operationen zur Körperbehinderung führen, waren diese in der chirurgischen Praxis in bestimmten Fällen die einzige Maßnahme, um den Patienten das Leben zu retten. Im Laufe der Zeit wurden die Behandlungsmethoden zur Rettung geschädigter Gliedmaßen entwickelt. Doch bis heute kann man Amputationen bei lebensbedrohlichen Gefahren vor allem wie fortgeschrittene Durchblutungsstörungen, Knochentumoren, schwere Traumata, Fehlbildungen und andere pathologische Veränderungen (z.B. Osteomyelitis) nicht umgehen.

Noch wichtigere Bedeutung hat die Amputation bei Kindern: Nach Amputationen im kindlichen Alter gibt es „...entwicklungsspezifische und wachstumsabhängige Kriterien, die für Erwachsene nicht oder nicht mehr zutreffen“ (Neff 34). Ein Gliedmaßenverlust ist für Kinder und Jugendliche mit der Entwicklung von krankhaften Veränderungen des Stumpfes wegen des fortschreitenden Wachstums verbunden. Sie können jedoch den Verlust der Gliedmaße bei rechtzeitiger und korrekter prothetischer Versorgung viel besser als Erwachsene wegen der Plastizität ihrer Organsysteme kompensieren und im arbeitsfähigen Alter ein vollwertiges Mitglied der Gesellschaft werden.

Aber dessen ungeachtet wurden die Amputationsfolgen bei Kindern lange Zeit nicht näher untersucht. So stammen die ersten Angaben über Wachstumsbesonderheiten des kindlichen Stumpfes aus der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts. Nach Angaben von Prochorowa (113) hat diese Forschungen Gersan begonnen. Im Jahr 1859 hielt er anlässlich der Konferenz der chirurgischen Gesellschaft in Paris einen Vortrag über einige Besonderheiten des wachsenden Stumpfes.

In Rußland war die klinische Erfahrung mit Amputationen bei Kindern in jener Zeit nicht groß. Gordon-Klyatschko (68) stellte im Bericht „Statistik der Amputationen in Rußland im Jahr 1902“ die Daten über die in Moskau und Gebietskrankenhäusern vom russischen Reich durchgeführten Amputationen vor. So wurden von 1261 Amputationen und 152 Nachamputationen nur 25 bei Patienten im Alter zwischen 1 bis 10 Jahren und 170 bei 10-20-jährigen Patienten durchgeführt.

Die Erkenntnisse über die Ätiopathogenese und die Behandlung der kindlichen Stumpfbeschwerden entwickelten sich entsprechend dem Studium der physiologischen Wachstumsbesonderheiten. So wurde in den Forschungen von Olier (35), Strawinsky (136) und

Mantschinsky (97) die spezifische Form der wachsenden Extremitäten durch Knochenrarefizierung und das gleichzeitige appositionelle Wachstum aus dem Periost und der Epiphysenfuge erklärt (S.11).

Russische Chirurgen haben in dem Studium des wachsenden Stumpfes auch ihren eigenen Beitrag geleistet. Pheoktistow (111) bemerkte bei 6 Welpen nach Perioplastiken am Unterschenkel starke osteoplastische Eigenschaften von Periost, was zur schnelleren Knochengewebebildung an der Stumpfspitze führte.

Man untersuchte weiter die Besonderheiten des Wachstums. Krasnow (87) registrierte einen wesentlichen Wachstumsrückstand der Weichteile im Vergleich zum Knochen nach Ober- und Unterschenkelamputationen bei 9 jungen Kaninchen. Am Unterschenkel bildet sich häufiger wegen dieser Disproportion ein „bleistiftspitzer“ Sporn an der Stumpfspitze, der von einer Spannung der Weichteile begleitet wird. Dadurch werden nicht nur die tieferen Weichteile, sondern auch die Haut über den Stumpfspitze verletzt. Der Autor empfahl den sorgfältige Umgang mit dem Periost bei Amputationen im Kindesalter (S.13).

1889 wurde in der Zeitung „Wratsch“ („Der Arzt“) eine Arbeit von Rasumowsky (114) „Fußosteoplastik – eine Operation, die bei Kindern die Knochenplastik des Unterschenkels ersetzt“ – veröffentlicht. Er führte bei schweren Fußverletzungen Amputationen unter Erhaltung der distalen epiphysären Knochenzone des Unterschenkels durch und fixierte die durchgetrennten Muskeln. Dadurch wollte er dem Wachstumsrückstand der Weichteile vorbeugen. Er war der erste, der über die Bedingungen für das nachfolgende Stumpfwachstum bei Kindern und die Zweckmäßigkeit der Fixation von teilresezierten Muskeln schrieb. Seine Arbeit stützte sich auf die Forschungen von Humpry (22) und Olier(35). Humpry (22) entdeckte, daß das Knochenwachstum in die Länge nur durch die Substanzbildung aus dem epiphysären Knorpel geht. Nach Angaben von Walyaschko (143) stellte Olier (35) fest, daß nur von der Funktion des Knorpels und nicht von der Höhe der Amputation der Knochenwuchs in der Länge abhängt.

Spasokukotzky (133) schrieb im Jahr 1898 in seiner Dissertation „Knochenplastiken bei Amputationen der Gliedmaßen“ über die verschiedenen Zugänge zu Knochenplastiken bei Kindern und Erwachsenen (S. 17).

Walyaschko (143) gab in seiner Arbeit Einschätzungen der verschiedenen Amputationsmethoden des Unterschenkels in der Wachstumsphase. Er bezeichnete: „...Stümpfe, die man im kindlichen Alter erwirbt, besitzen einen besonderen Stellenwert. Hier besteht die Aufgabe... nicht nur in der Atrophievorbeugung, wie bei Erwachsenen, sondern sich auch gleichzeitig um das korrekte Stumpfwachstum zu sorgen“. In der Arbeit führte er die Analyse der verschiedenen Amputationsmethoden (Knochenplastik nach Bier, periostfreie mit Knochen-

Muskellappen-Deckung mit freier Umsetzung der nicht unterbrochenen Aponeurose, periostfreie Stumpfdeckung durch freie Plantarfaszie) im Experiment an Welpen durch. Nach seiner Meinung wurden die besten Ergebnisse nach der Amputation mit der freien Umsetzung der Plantarfaszie erzielt (1916).

Am Anfang des Jahrhunderts sind einige experimentelle Arbeiten, klinische und röntgenologischer Beobachtungen an wachsenden Stümpfen erschienen. Die Autoren untersuchten erstmals die Deformitäten und den Wachstumsrückstand des wachsenden Stumpfes und proximalliegender Körperteile. Außerdem schlugen sie Amputationsmethoden vor, die nach ihrer Meinung das korrekte Wachstum am wenigsten stören.

Die Entwicklung der Amputationschirurgie und Prothesenversorgung im Bezug auf den wachsenden Stumpf kann in drei Perioden gegliedert werden:

In der ersten Periode (bis zum Anfang des 20. Jahrhunderts) wurde das klinische und experimentelle Studium der Physiologie und Pathologie des kindlichen- und Erwachsenenstumpfes durchgeführt, darauf beziehen sich die obengenannten Arbeiten. Die Vorstellungen über die Behandlung und Prothesenversorgung waren für Kinder und Erwachsene gleich.

In der zweiten Periode (erste Hälfte des 20. Jahrhunderts) erfolgte auf naturwissenschaftlichen Grundlagen eine vertiefte und intensivere Erforschung des wachsenden Stumpfes. Es wurde eine Reihe von Methoden für die Prophylaxe und Korrektur der Stumpfpfathologie entwickelt. In dieser Zeit wurden auch die ersten Versuche zur Konstruktion spezieller Prothesen für Kinder unternommen.

Nach dem Krieg brauchten viele Invaliden spezialisierte Hilfe. Dies führte zur Gründung von Forschungsinstituten für Orthopädie, Traumatologie und Prothesenversorgung im Lande.

In jener Zeit wurde im Leningrader Institut für Kinderorthopädie das Studium der Besonderheiten des kindlichen Stumpfes begonnen. 1937 wurden zwei Dissertationen geschrieben, – eine von Lyanders „Über die Amputationsstümpfe der unteren Gliedmaßen und Übungsprothesen im kindlichen Alter“ (siehe S. 12), die andere – „Über die Veränderungen im fehlerhaften kindlichen Stumpf“ wurde von Nikitin veröffentlicht. Bei seiner Untersuchung fand er ausgeprägte Atrophien der Muskelfasern und ein übermäßiges Bindegewebewachstum. Dieser Befund war nicht mit der Funktionsminderung der amputierten Gliedmaße zu erklären -d.h., Knochen und Muskelatrophie bei Kindern sind offenbar multifaktoriell bedingt (S. 14, 16, 17).

Zum Studium der Ätiopathogenese der altersbedingten pathologischen Kegelform des Stumpfes und ihrer Abhängigkeit von der Stumpffunktion wurden experimentelle Arbeiten am Moskauer Institut für Prothesenversorgung durch Schenk (127) durchgeführt (S. 8). Sie hat aufgezeigt, daß eine pathologische Kegelform des Stumpfes im kindlichen Alter bei gut funktionierenden, belasteten Stümpfen weniger ausgeprägt ist. Sie verwendete, auf der Basis der

Arbeiten von Walyaschko (143) und Lukyanow (93), Faszienplastiken als rekonstruktiven Eingriff an Kinderstümpfen (S. 32). Iwanenkowa (73) stellte fest, daß der Verschluß des knöchernen Stumpfes bei Faszienplastiken zweimal so schnell gebildet wird wie bei aperiostalen Methoden. Sie betrachtete diese Methode als Möglichkeit für die Prophylaxe der pathologischen Kegelform des Stumpfes. Der Erfolg dieser Methodik wurde mit der Erhaltung des Muskeltonus von den bei Amputation durchgetrennten Muskeln, die bei diesen Operationsverfahren mit der Faszie fixiert bleiben, erklärt. Spätere Untersuchungen von Lyanders (95) ergaben jedoch, daß diese Operation knöcherne Durchspießungen nicht vollständig vorbeugen kann.

Die Arbeiten der Autoren der zweiten Periode wie Steinberg (135) und Jusewitsch(75,76) erlauben einige Ursachen für die Entstehung von Stumpfbeschwerden zu charakterisieren und Methoden für ihre Behandlung zu entwickeln (S. 16, 33, 34).

In der dritten Periode (50-er Jahre bis heute) wurde das komplexe Studium der kindlichen Stumpfprobleme fortgesetzt, was zu einem neuen Verständnis der Stütz- und Bewegungsorgane im System „Mensch – Prothese“ führte.

Die Monographie von Wolkow (148) „Amputationen der Gliedmaßen bei Kindern“ war der erste Versuch in der sowjetischen Literatur, die Fragen der Amputation bei Kindern zu beleuchten, ihre Besonderheiten zu begründen und kurzfristige sowie Langzeitergebnisse der Amputationen und Reamputationen zu untersuchen (1955).

Das besondere Interesse stellte das Kapitel „Physische und psychische Entwicklung von Kindern nach der Amputation“ dar. In diesem beschrieb der Autor nach der Amputation existierende pathologische Prozesse des Bewegungsapparates bei Kindern. Das sind: Muskel- und Knochenatrophie, Wachstumsrückstand der amputierten Gliedmaßen, Osteoporose, Entwicklung von Skoliose, Coxa valga der amputierten Seite, Recurvatum im Kniegelenk, Kontrakturen und Plattfuß des erhaltenen Fußes nach Amputationen (S.13, 19). Von ihm wurde folgendes Vorgehen bei der Behandlung der pathologischen Stümpfe im kindlichen Alter beschrieben. Es war die obligatorische Synostosebildung zwischen den Unterschenkelknochen oder komplette Entfernung der Fibula, falls eine Synostose nicht möglich war. Obwohl sein Standpunkt später korrigiert wurde, ist diese Arbeit zu ihrer Zeit für Orthopäden und Orthopädie-Techniker in der ehemaligen UdSSR bestimmend geworden.

Belousow (50) ging in seiner Promotionsarbeit der Frage der Vorbereitung zur Prothesenversorgung nach unter dem Gesichtspunkt der physikalischen Rehabilitation von Amputierten,- insbesondere von Personen, die im kindlichen Alter amputiert worden waren. Zur postoperativen Rehabilitation schlug er folgendes vor:

- ab dem ersten postoperativen Tag aktive Übungen der gesunde und isometrische Spannungsübungen der amputierte Seite;
- möglichst frühe Mobilisation mit einer Übungsprothese mit langsam zunehmender Belastung des Stumpfendes. Für die Endbelastbarkeitmessung wurde von ihm ein Gerät entwickelt;
- spezielle Übungsprogramme für alltägliche Frühspot, Gruppenspiele und Sportarten für amputierte Kinder (wie z.B. Schwimmen und Reiten).

Er beschrieb auch die Biomechanik der Entwicklung von Haltungstörungen und einem Plattfuß auf der erhaltenen Seite bei amputierten Kinder.

Das Studium der Besonderheiten des kindlichen Stumpfes beschränkte sich nicht nur auf klinische Daten. Für die Einschätzung des funktionellen Zustandes der Muskeln und der Durchblutung des abgesetzten Körperteils benutzte Prochorowa (113) ein Verfahren zur Messung des Anspannungszustandes von Muskeln (Tonusometrie), der Intensität der Muskelanspannung nach einem Reiz: Reizzeit / Größe der Spannungsschwelle (Chronaximetrie) und pulswellensynchronen Volumenveränderungen der Extremitäten (Oszillographie). In ihrer Dissertation beschrieb sie bedeutende Absenkungen der Reizschwelle und ausgeprägte Tonusstörungen nicht nur der stumpfbildenden Muskeln, sondern auch der Muskulatur der proximalen Körperabschnitte. Außerdem zog sie den Schluß, daß periphere Durchblutungsstörungen im Stumpf neben der Veränderung der Funktion die Ursachen für die Atrophie sind.

Zur Vorbeugung von Wachstumsdisproportionen der Unterschenkelknochen benutzte sie Faszienplastiken mit Syndesmosebildung. Aber bei der Betrachtung der Langzeitergebnisse 3-4 Jahre nach derartigen Operationen, schrieb sie „...vollwertige Stümpfe entstanden nur bei jenen Kindern, die älter als 15 Jahre zum Zeitpunkt der plastischen Operation waren“. Sie schloß daraus, daß Nachamputationen bei Kindern nur bei der Perforation der Haut von Unterschenkelknochen sinnvoll sind (siehe S.36).

Sie sprach von der Notwendigkeit einer frühen Prothesenversorgung für Kinder mit angeborenen Stümpfen (mit ca. 1 Jahr) und dem Wechsel der Prothesen bei Kindern nicht seltener als einmal im Jahr.

Auf Grund dieser Arbeiten faßte Ruchmann (122) die Prinzipien für Amputationen und Reamputationen im kindlichen Alter zusammen:

- Die Bestätigung der Regel, die von Pirogoff (107) formuliert worden war, „...so distal wie möglich zu amputieren“;

- die Anwendung der Methode von Pheoktistow (111) - die Schließung des Knochenstumpfes mit Periost; die Ablehnung, im Gegensatz zu Wolkow, der aperiostalen Methode nach Bunge, da „...infolge derartiger Operationen Osteophyten bei Kindern selten, aber als Marksequester am Stumpf häufiger auftreten“;
- Bildung eine Synostose zwischen beiden Unterschenkelknochen für die Korrektur der Fibula valga;
- Anwendung der Operationsmethode nach Bier (4), wodurch die Stümpfe, nach Meinung des Autors, endbelastbar werden. Dies beugt der Entwicklung der wachstumbedingten pathologischen Kegelform des Stumpfes und einer Fibula valga vor;
- möglichst frühe prothetische Versorgung nach der Amputation „...je jünger der Patient ist, desto effektiver ist diese Maßnahme“ ;
- obligatorische ständige Beobachtung von amputierten Kindern.

Schenk (127) und später Lyanders (95) erforschten im Experiment das Knochenlängenwachstum und die Durchblutung von Unter- und Oberschenkel am amputierten und erhaltenen Bein bei Kindern. Die Forschungsergebnisse wurden von Lyanders (95) in seiner Monographie „Amputationen und rekonstruktive Operationen an Stümpfen bei Kindern“ veröffentlicht.

Es wurde die Beteiligung am Längenwachstum von distalen und proximalen Epiphysenfugen und von Gelenkknorpel bewiesen. Außerdem zeigte er, daß mit der Muskelfixierung am Knochenstumpf eine bedeutende Verbesserung der Durchblutung eintritt, während sich die Durchblutung im Stumpf nach der Amputation ohne Muskelfixierung verschlechtert - besonders distal im Vergleich zur erhaltenen Extremität.

Durch die Anwendung von Methoden der funktionellen Diagnostik der Durchblutung (Hautthermometrie) und des Muskeltonus (Elektromyographie und Chronaximetrie) fand er, daß die Durchblutungsstörungen in den langen und wenig belasteten Stümpfen zunimmt. Er erklärte dieses mit der Störung des Nervensystems infolge des Traumas und mit einem bedeutenden Spasmus von peripheren Gefäßen bis zu ihrer Verödung. Die Muskeln mit den neuen Ansatzpunkten hatten bessere EMG-Charakteristiken, die der gesunden Seite ähnlicher waren, als die ohne Fixierung. Das bestätigte die Vorteile dieser Methode.

Auf Grund der obengenannten Arbeiten und eigener Forschungen wurden von Lyanders (95) folgende Besonderheiten des wachsenden Stumpfes beschrieben:

- die unterschiedliche Wachstumspotenz der paarigen Knochen der amputierten Segmente;
- der Wachstumsrückstand der amputierten Seite;

- Knochenresorption und Atrophie, besonders distal von Muskelansatzpunkten der amputierten Gliedmaße;
- die Deformierung des Stumpfes und der proximalen Körperabschnitte.

Die Arbeiten von Witkowskaya (145,146) ergänzen die Kenntnisse. Sie schrieb über die in jener Zeit kaum untersuchten medizinischen und sozialen Aspekte der Amputation, Prothesenversorgung und Rehabilitation von Kindern. Sie befaßte sich auch mit den Besonderheiten des Wachstumsalters. Das sind: die Unreife von psychologischen, emotionalen Funktionen, nicht abgeschlossene Bildung und höhere Plastizität des Knochen-Muskel-Systems. Sie bestätigt die Zweckmäßigkeit der frühen Prothesenversorgung bei Kindern mit angeborenen Gliedmaßenfehlbildungen: „Eine rechtzeitig begonnene und rationelle Prothesenversorgung des Kindes mit physischen Defekt, gut überwacht im Laufe der Wachstumsperiode, bestimmt die soziale Rehabilitation des zukünftigen Erwachsenen“.

Mit der Weiterentwicklung dieser Idee (Verbesserung der Stumpffunktion durch Sofortprothesenversorgung, d.h. Anfertigung eines Gipsschaftes und Anbringen der Prothese unmittelbar nach der Operation, wenn sich der Patient noch in der Narkose befindet) beschäftigten sich Korzh und Berdnikow (84) - Orthopäden der Charkower Schule. Diese Methode gebrauchte Popsuischapka (110) bei 72 Kindern und Jugendlichen, die eine Amputation oder Nachamputation der unteren Extremität erlitten hatten. Von ihm wurde im Experiment und in der Praxis der Vorteil der Sofortprothesenversorgung (im Gegensatz zur damaligen allgemeinen Einstellung) bewiesen. Er schloß aus der Größe des postoperativen Ödems, der postoperativen Wundheilung, der Beweglichkeitseinschränkung, der Muskelatrophie, der Rehabilitationsdauer und dem allgemeinen Wohlbefinden der Operierten, daß eine Sofortprothesenversorgung optimal für die psychoemotionale und medizinische Rehabilitation von Kindern und für die Prophylaxe von krankhaften Veränderungen des Stumpfes ist. Doch auf Grund der technischen Schwierigkeiten, welche auch Marquardt (31) beschrieb, wird diese Methode bisher nicht oft verwendet (siehe S. 77).

Eine besonderen Stellenwert hat das von Filatow (61) herausgegebene Buch „Prothesenversorgung von Kindern mit Gliedmaßendefekten“. Zum ersten mal wurden in einer Monographie der UdSSR gleichzeitig medizinische, biomechanische und technisch-orthopädische Aspekte der Amputation und Prothesenversorgung bei Kindern und Jugendlichen betrachtet. Es wärden die biomechanischen Grundlagen für die Deformitätenentwicklung nach einer Amputation in der Wachstumsphase (S.22, 23), der Einfluß einer unkorrekten Prothesenkonstruktion (S. 24, 25) und Möglichkeiten zur Korrektur von Stumpfdeformationen durch eine entsprechende Prothesenversorgung dargestellt. Außerdem wurden zum erstenmal

Spiel- und Lehrmittel sowie das Üben von individuellen Alltagsverrichtungen für amputierte Kinder beschrieben und auf die damalige Organisation der prothetischen und orthopädischen Versorgung für Kinder und Jugendliche hingewiesen.

Neuere und umfassende Untersuchungen von Problemen des wachsenden Unterschenkelstumpfes über mehr als 20 Jahre (1972-1993) wurden von Rozhkov (119) durchgeführt und die Ergebnisse in seiner Promotionsarbeit zusammengefaßt. Hier wurden physiologische und biomechanische Besonderheiten des wachsenden Unterschenkelstumpfes beschrieben (S. 15, 20, 26-28), Stumpfbeschwerden systematisiert und Methoden für ihre Behandlung angeboten (S.38).

Auf Grund der Literaturdaten wird deutlich, daß das Problem des Amputationsstumpfes, erworbenen in der Kindheit, vor mehr als hundert Jahren zum erstenmal beschrieben wurde. Bis zum heutigen Tage befinden sich Amputations- und Nachbehandlungsmethoden bei Kindern und Jugendlichen in ständiger dynamischer Entwicklung und haben praktisch zu einer selbstständigen Richtung in der Amputationschirurgie geführt.

Ungeachtet der Erfolge der Medizin und der Entwicklung von Methoden zur Erhaltung geschädigter Gliedmaßen verringert sich die Zahl der Amputationen bei Kindern und Jugendlichen nicht. Das kann mit der verstärkten Urbanisation und der dadurch übermäßig steigenden Zahl von Verkehrsunfällen erklärt werden. Außerdem verschlechtert sich überall die Ökologie, und als Ergebnis steigt die Zahl onkologischer Erkrankungen und angeborener Fehlbildungen (z.B. Tschernobyl Katastrophe). Es gibt noch vor kurzem entstandene soziale und ökonomische Ursachen, z.B. keine Mittel für medizinische Behandlung oder Kauf von Medikamenten, die noch nicht klar erfaßt sind. Deshalb ist das Problem der Amputation im kindlichen Alter und die Entwicklung des amputierten Kindes heute noch genauso aktuell wie früher.