

Оценка результатов протезирования верхней конечности

Белова А. Н.

д.м.н., профессор, руководитель, отделение функциональной диагностики¹

Рукина Н. Н.

к.м.н., с.н.с., отделение функциональной диагностики¹

Кузнецов А. Н.

м.н.с., отделение функциональной диагностики¹

Борзиков В. В.

м.н.с., отделение функциональной диагностики¹

Белова Е. М.

клинический ординатор²

¹Федеральное государственное бюджетное учреждение «Приволжский федеральный медицинский исследовательский центр» Министерства здравоохранения Российской Федерации

²Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Нижегородская государственная медицинская академия» Министерства здравоохранения Российской Федерации

Ответственный автор – Рукина Н.Н., E-mail: ruginann@mail.ru

Аннотация

На протяжении последних лет наблюдается стремительное развитие технологий протезирования верхней конечности у взрослых и детей с врожденными дефектами и ампутациями руки. Современные протезы рук представляют собой сложные и дорогостоящие устройства, что повышает требования к объективной оценке их эффективности и преимуществ. Такую оценку принято рассматривать с позиций Международной классификации нарушений, снижения и утраты трудоспособности: комплексное определение результатов протезирования лиц с дефектами конечности должно предусматривать оценку состояния пострадавшего на следующих уровнях: «повреждение», «ограничения жизнедеятельности», «социальные (ролевые) ограничения», «качество жизни, связанное со здоровьем». Кроме того, инструменты оценки должны быть валидными и надежными. Определение эффективности использования протезов основано обычно либо на наблюдении за выполнением протезированным определенным набором заданий, либо на его самоотчете путем заполнения специальных опросников. В обзоре рассмотрены тесты и опросники, специально разработанные для детей и взрослых лиц, пользующихся протезами руки. Перечисляются также неспецифические стандартизированные инструменты, которые возможно использовать для оценки результатов протезирования. Представленные тесты, шкалы и опросники касаются структуры и функции верхней конечности, бытовой и социальной активности, а также качества жизни взрослых и детей с дефектами руки. Наконец, рассматриваются итоговые рекомендации по оценке эффективности протезирования взрослых и детей с дефектами верхней конечности, основанные на международных обзорах.

Ключевые слова: протез, верхняя конечность, руки, оценка, исходы

Актуальность протезов

Протезирование руки применяется и у детей, и у взрослых при врожденных и ампутированных дефектах верхней конечности [3,19,26,29,100]. Технологии протезирования стремительно развиваются, современные протезы рук представляют собой сложные и дорогостоящие устройства, что повышает требования к объективной оценке их эффективности и преимуществ [6,25,29,98].

1. Общие принципы оценки

Оценку эффективности протезирования принято рассматривать с позиций Международной классификации нарушений, снижения и утраты трудоспособности (International Classification of Impairment, Disabilities and Handicaps, или ICIDH), которая является концептуальной основой измерений, касающихся здоровья человека [WHO2001]: комплексное определение результатов протезирования лиц с дефектом конечности должно предусматривать оценку состояния пострадавшего на следующих уровнях: «повреждение» (impairment, англ.), «ограничения жизнедеятельности» (disability, англ.), «социальные (ролевые) ограничения» (handicap, англ.), «качество жизни, связанное со здоровьем» (health-related quality of life, англ.) [4,7,27,33,62,94,96,98].

Кроме того, чрезвычайно важной представляется проблема правильности проводимых измерений, поскольку на основании получаемых результатов делаются выводы об эффективности или неэффективности того или иного протеза или реабилитационной программы [20,74,75,76]. Достоверность исследований обеспечивается соблюдением стандартных требований к инструментам измерения и условиям их использования; к числу основных таких стандартов относятся надежность и валидность теста или измерения [1].

С целью разработки единых подходов к оценке результатов протезирования и отбора валидизированных надежных оценочных инструментов в 2009 г. была организована специальная международная рабочая группа (Upper Limb Prosthetic Outcomes Measures, или ULPOM, Working Group) [33].

2. Опросники, оценивающие двигательные возможности протеза руки/кисти

Оценка движений в протезе руке/кисти обычно основана на результатах выполнения определенных стандартизированных заданий, при этом результат основывается на временных показателях (время, затраченное на выполнения задания). К таким тестам

относятся «Тест функции кисти Джебсен-Тейлор» (Jebsen-Taylor Test of Hand Function, или JTHF), Тест «Ящик и кубики» (Box and Block Test, или BBT), «Процедура оценки кисти Саутгемптон» (Southampton Hand Assessment Procedure, или SHAP), «Тест с перемещением бельевых зажимов» (Clothespin relocation task). Два последних теста были разработаны специально для лиц, перенесших ампутацию верхней конечности.

Тест **JTHF** был разработан для лиц взрослого возраста с различными формами патологии с целью оценки двигательных возможностей и ловкости кистей рук [42]. Включает 7 заданий, выполняемых одной рукой: написание по образцу предложения из 24 букв, переворачивание карточек размером 3×5 дюйма, собирание и перемещение в контейнер мелких предметов (монетки или крышечки от бутылок), укладка шашек столбиком, имитация кормления с помощью чайной ложки и фасолин, перемещение крупного легкого (пустая консервная банка) и тяжелого (тяжелая банка) предметов. Для выполнения теста предоставляется стандартизированный набор предметов. С помощью секундомера регистрируется время выполнения задания. Оценка в баллах каждого из заданий равна времени его выполнения в секундах, а общий балл JTHF – сумме этих оценок (более низкие оценки соответствуют большей сохранности функции кисти; качество выполнения заданий не оценивается) [79,86].

Максимальное время выполнения всех заданий ограничено 120 секундами. Тест был валидизирован для лиц с ампутацией руки, при этом время выполнения каждого из заданий ограничили 2 минутами [76].

Тест **BBT**, разработанный более 30 лет назад [60], относится к быстрому ориентировочному способу оценки ловкости руки взрослых и детей при различных формах патологии [69]. Оборудование представляет собой открытую коробку с перегородкой посередине, 150 деревянных кубиков и секундомер. Коробку устанавливают на обычном столе, обследуемый сидит на стуле обычной высоты перед столом. Оценкой (число баллов) является то число кубиков, которое обследуемый в течение 60 секунд способен захватить кистью одной руки, перенести через перегородку и положить в соседний отсек коробки. Сначала проводится исследование доминантной, затем недоминантной руки. Для взрослых старше 20 лет и детей от 6 до 19 лет существуют нормативные данные [60]. Обследование 73 лиц с ампутацией руки продемонстрировало высокую ре-тестовую надежность BBT [17,77,78]; однако психометрической оценки данного теста у лиц, пользующихся протезами кисти, не проводилось [29]. Подробные инструкции доступны на сайте www.rehabmeasures.org.

Тест **SHAP** был разработан в университете г. Саутгемптон для оценки подвижности протезированной кисти у взрослых [54]. Представляет собой комплекс из 26 заданий, для выполнения которых предоставляется стандартный набор из абстрактных предметов и предметов, которые человек использует в своей повседневной жизни. Обследуемый выполняет задания одной рукой, сам регистрирует время начала и завершения выполнения задания, нажимая ладонью на кнопку таймера. Шесть заданий направлены

на оценку различных схватов кисти (сферический, точечный, трехточечный, цилиндрический, боковой, разгибательный), а 14 – на повседневные действия (сбор монет, расстегивание пуговиц, разрезание пищи, переворачивание и перекладывание листка бумаги, отвинчивание крышки банки, переливание жидкости в банку из чашки и из коробки с соком, поднимание и перекладывание тяжелого и легкого предметов, поворот ключа, перекладывание плоского предмета, расстегивание и застегивание замка-молнии, вращательные движения отверткой, поворот дверной ручки). Оценка основана на разнице между временем, затрачиваемым в норме, и временем, которое потратил на выполнение заданий обследуемый. Результат нормируется таким образом, что оценкой, соответствующей норме, является 100. Нормативные показатели были рассчитаны для жителей Соединенного Королевства [61]. Возможно оценить как сохранность каждого из видов схвата, так и рассчитать общий Индекс функции кисти. Общий балл менее 95 указывает на нарушение функциональности кисти [53]. Тест SHAP был неоднократно апробирован в различных исследованиях протезов [49,50,66,73], однако не прошел должного психометрического тестирования на предмет валидности и надежности [99]. Подробные инструкции доступны на сайте www.shap.ecs.soton.ac.uk/terms.php.

Тест с перемещением бельевых зажимов (Clothespin relocation task) в оригинале представлял собой методику тренировки лиц с протезами верхней конечности, однако затем был адаптирован в чикагском Институте реабилитации с целью использования для оценки эффективности роботизированных протезов кисти [64,65]. Выполнение этого теста требует наличия в протезе как минимум двух движений: открытие-закрытие кисти и супинация-пронация в кистевом суставе [82]. Ниже представлено описание теста в модификации А. Fougnier и коллег [21]. Обследуемый находится в положении стоя, рука с протезом опущена и разогнута в локтевом суставе. Перед обследуемым на уровне его тазобедренных суставов расположен стандартный тренажер для кисти Original Rolyan Graded Pinch Exerciser (включает в себя набор зажимов с разными уровнями сопротивления и коробку с тремя горизонтальными и вертикальным металлическими стержнями; характеристики тренажера представлены на сайте www.pattersonmedical.com/app.aspx?cmd=getProduct&key=IF921026233). Обследуемый должен переместить три красных прищепки с горизонтального стержня на вертикальный, а затем вернуть их обратно на горизонтальный стержень. При выполнении задания не допускается отрыв ступней от пола; регистрируется время выполнения задания [21,82]. Описано применение этого теста у взрослых лиц при апробации роботизированного протеза руки [21]. Данных о стандартизации теста и нормативных данных в литературе не представлено.

3. Опросники, оценивающие ограничения повседневной жизнедеятельности

Ограничения жизнедеятельности оценивают путем исследования повседневной активности (activities of daily living, или ADL, англ.) с помощью опросников. Опросники могут заполняться либо самим пациентом (самоопросник), либо на основании наблюдения за действиями пациента; результат обычно выражается в баллах. К опросникам, специально разработанным для лиц с ампутацией руки, относятся опросники «Оценка деятельности при ампутации верхней конечности» (Activities Measure for Upper Limb Amputees, или AM-ULA), «Опросник пользователя ортезом или протезом – функциональное состояние верхних конечностей» (Orthotics and Prosthetics Users' Survey Upper Extremity Functional Status, или OPUS-UEFS), «Оценка возможностей миоэлектрического контроля» (Assessment of Capacity of Myoelectric Control, или АСМС).

Для детей с ампутацией руки разработаны «Тест университета Нью-Брансуика» (University of New Brunswick Test, или UNB), «Функциональный индекс протезированной верхней конечности» (Prosthetic Upper Extremity Functional Index, или PUFI), «Тест при одностороннем поражении руки ниже локтя» (Unilateral Below Elbow Test, или UBET), «Опросник функционального состояния, проект Протезирование детей с ампутацией конечности» Child Amputee Prosthetic Project–Functional Status Inventory (CAPP–FSI).

Опросник **AM-ULA** разработан для взрослых и представляет собой оценочную шкалу из 18 пунктов, заполняемую клиницистом на основании наблюдения за действиями лица с ампутированной конечностью. Выполнение каждого из 18 функциональных заданий (например, причесывание, надевание и снятие майки, пользование ложкой, набор телефонного номера и пр.) оценивается по 5 аспектам (степень, скорость и качество выполнения, полезность протеза, независимость от помощи постороннего лица) в баллах от 0 до 4. Отличием данного опросника от многих других является то, что функциональные способности обследуемого оцениваются посторонним лицом на основании реального наблюдения за выполнением конкретных действий, а не на основании самоотчета обследуемого. Детальные инструкции даны в открытой публикации L Resnik [76]. Продемонстрирована высокая ретестовая надежность и валидность опросника [76], но нормативные данные пока не опубликованы.

Опросник **OPUS-UEFS** предназначен для взрослых, пользующихся ортезами или протезами верхней конечности; он характеризует функциональное состояние верхней конечности и заполняется самим обследуемым [28], переведен на несколько языков [41]. Первоначальная версия включала 5-балльную оценку выполнения 14 бимануальных и 9 унилатеральных действий (например, питье из бумажного стаканчика, застегивание рубашки, завязывание шнурков). В процессе апробации этой шкалы были разработаны различные модифицированные версии, включающие 19, 27 и 22 пунктов и 4-балльную систему оценок (от 0 = «невозможно выполнить» до 3 = «очень легко выполнить»

[13,40,77]. Однако оценки выставляются респондентом вне зависимости от того, выполняет ли он задание поврежденной либо неповрежденной рукой, и в какой степени при этом он пользуется протезом. Это снижает валидность OPUS-UEFS при его использовании у лиц с ампутированной конечностью [29].

Опросник **АСМС** был разработан специально для оценки миоэлектрического протеза кисти как у взрослых, так и у детей [30,31]. Первоначально по 4-балльной шкале оценивалось качество бимануального выполнения 30 повседневных действий, в которых применялся схват, удерживание, перенос предметов и координирующее взаимодействие рук. Вторая версия опросника, представленная на вэб сайте <http://acmc.se/Default.asp>, включает 22 задания, оцениваемых по 3-балльной шкале [57]. Валидность и надежность опросника продемонстрирована и у взрослых пользователей миоэлектрическими протезами, и у детей, однако оценивающий специалист вначале должен пройти специальное обучение по использованию данного опросника на веб-сайте [32,55].

Тест **UNB** был разработан в Институте биоинженерии университета Нью-Брансуика, где начиная с 1965 г. проходят исследования роботизированных протезов руки [81]. Тест является наблюдательным и предназначен для детей в возрасте от 2 до 13 лет с обычными и миоэлектрическими протезами рук; вначале были предусмотрены варианты заданий для разных возрастных групп: 2-4, 5-7, 8-10, 11-13 лет, затем возрастной «потолок» был увеличен до 25 лет. Для каждого возраста существует три варианта тестов с различной степенью трудности (выбор варианта теста основан на предварительном тестировании ребенка). Каждый вариант (набор) тестов состоит из 10 заданий, которые соответствуют привычным для соответствующего возраста действиям ребенка в его обычной жизни (например, завязать носки от ботинок, разрезать лист бумаги ножницами, нанести пасту на зубную щетку и пр.). Задания выполняются двумя руками; важно, что ребенку не дается никаких инструкций по использованию протеза во время выполнения задания; оценивается: а) спонтанная активность ребенка в отношении использования протеза и б) навыки его использования. Как спонтанная активность, так и навыки при выполнении задания оцениваются по 5-балльной шкале от 0 до 4 (оценка «0» означает, что протез вообще не используется). Руководство по использованию теста UNB имеется в свободном доступе на сайте www.unb.ca/biomed/unb_test_of_prosthetics_function.pdf.

UNB используется в практической работе с целью выяснения эффективности протезирования на протяжении уже двух десятилетий [12], его надежность и валидность при оценке эффективности протезирования в педиатрической практике доказана многочисленными исследованиями [9,11,12,95]. Предпринимаются попытки использования данного теста и у взрослых лиц с ампутацией руки [51,75]. Однако тест не позволяет оценить функционирование ампутированной руки в случаях отсутствия протеза [3].

Индекс **PUFI** является опросником, предназначенным определить, насколько ребенок в действительности пользуется протезом в повседневной жизни, насколько полезен протез

в сравнении с культей руки, какие проблемы с протезом возникают у ребенка и какая динамика наблюдается по мере тренировок или замены протеза [95,97]. Существует версии для родителя и для ребенка, причем разработаны две версии опросника: для детей от 3 до 5 и от 6 до 18 лет.

В 2003 г. была представлена компьютерная версия опросника PUF1-PC. Вначале по 3-х балльной шкале оценивается полезность протеза в целом по таким аспектам жизнедеятельности, как личная гигиена, одевание, домашнее пребывание, школа, работа, социальные мероприятия, спорт и отдых, игры. Затем родитель или сам ребенок оценивают функциональные возможности протезированной конечности и легкость выполнения бимануальных действий (26 действий в версии для маленьких детей и 38 действий в варианте для детей старшего возраста). Пункты опросника охватывают 4 сферы жизнедеятельности: самообслуживание (например, завязывание шнурков), бытовую активность (например, намазывание джема на крекер), школьные задания (например, рисование прямой линии с помощью линейки), внешкольная деятельность (например, удар бейсбольной битой). Для каждого из заданий оцениваются «метод выполнения» (6 вариантов ответов), «легкость выполнения задания с протезом» (5 вариантов ответов), «легкость выполнения задания без протеза» (5 вариантов ответов), «ощущаемая полезность протеза» (3 варианта ответов). Время заполнения опросника занимает около 20-30 минут, затем рассчитывается пропорция (в процентах) предоставления того или иного варианта ответов по каждому из направлений оценки (например, для категории «легкость выполнения задания с протезом» пропорции ответов «без затруднений», «с некоторым затруднением», «с большим затруднением», «только с посторонней помощью» и «не может выполнить протезированной рукой» могут соответственно составлять 42%, 27%, 16%, 10% и 5%. Опросник широко применяется в клинической практике [34,46,87], его надежность и валидность тщательно изучены и подтверждены [10,95,97].

Тест **УВЕТ** был разработан для оценки бимануальных действий у детей с врожденным отсутствием дистального отдела руки, пользующихся и не пользующихся протезом [3]. Для каждой из 4 возрастных категорий (2-4 г., 5-7 лет, 8-10 лет и 11-21 г.) разработаны 9 заданий, выполнение которых оценивается по двум направлениям («степень выполнения задания» и «метод выполнения»). Оценка степени выполнения задания выполняется по 5-балльной интервальной шкале (от 0 до 4), а качество выполнения («метод выполнения») – по номинальной 4-х ранговой шкале, где буквами обозначается способ выполнения задания. Тест является наблюдательным (оценивающий специалист наблюдает за действиями ребенка) и занимает около 20 минут. Ребенок, пользующийся протезом, проходит тест дважды – без протеза и с надетым протезом. Продемонстрирована валидность и надежность теста [3], тест используют для определения показаний к протезированию, подбору протеза и оценке его функциональности [99].

CAPP–FSI представляет собой самоопросник для родителя ребенка или самого ребенка в возрасте от 8 до 17 лет с дефектом руки; позволяет оценить функциональные возможности в повседневной жизнедеятельности [71]. Тест включает 20 действий (например, «нанесение зубной пасты на зубную щетку и чистка зубов», «надевание и снятие майки», «надевание и снятие ботинок», «разрезание еды с помощью ножа и вилки»). Каждое действие оценивается по двум шкалам: (1) «Выполнение действия» (насколько часто ребенок выполняет действие) (2) «Использование протеза» (насколько часто ребенок выполняет данное действие с помощью протеза). Оценки по каждой шкале варьируют от 0 («нисколько по времени») до 4 («постоянно»). По каждой шкале подсчитывается суммарный балл, более высокие баллы свидетельствуют о большей независимости ребенка и о более интенсивном использовании протеза в повседневной жизни. Тест прошел психометрическую оценку [71,72] и достаточно широко применяется в клинической практике [37,99]. Существует также версия опросника для детей от 4 до 7 лет, которая носит название «Опросник функционального состояния детей дошкольного возраста, проект Протезирование детей с ампутацией конечности» (Child Amputee Prosthetic Project–Functional Status Inventory for Preschool children (CAPP–FSIP) [72].

Помимо специально разработанных инструментов, у лиц с дефектами верхней конечности нередко используют и опросники общего назначения [99]. Для взрослых наиболее широкое применение нашли опросники «Нарушение функционирования руки, плеча и кисти» (Disabilities of Arm, Shoulder, and Hand, или DASH) [15]. Короткая версия опросника «Нарушение функционирования руки, плеча и кисти» (QuickDASH) [5,59]; «Индивидуальная функциональная шкала» (Patient-Specific Functional Scale, или PSFS [85]; у детей – «Возможности кисти-дети» (ABILHAND-KIDS) [2,68,88] и «Оценка помощи кисти» (Assisting Hand Assessment, или АНА) [47,48].

4. Опросники, оценивающие социальные ограничения и качество жизни при ампутации верхней конечности

Разработано значительное число психометрических инструментов, предназначенных для анализа психосоциальных последствий и качества жизни у лиц, перенесших ампутацию, но подавляющая их часть предназначена для случаев ампутации нижней конечности [43]. Для лиц, потерявших руку, обычно используют «Шкалу исследований при ампутации и протезировании Трайнити» (Trinity Amputation and Prosthesis Experience Scales, или TAPES), поскольку именно эта шкала продемонстрировала наилучшие психометрические характеристики [98]. Применяют также «Шкалу образа тела при ампутации» (Amputee Body Image Scale, или ABIS) и модуль «Качество жизни, связанное с здоровьем» опросника OPUS (Health-related quality of life module of the OPUS, или OPUS- HRQOL).

TAPES представляет собой многоаспектный самоопросник, который в первоначальном варианте включал 54 пункта, сфокусированных на адаптации к ампутации и

использованию протеза, удовлетворенности протезом и ограничениях в повседневной жизнедеятельности в связи с ампутацией; кроме того, оценивались фантомные боли и другие медицинские проблемы [23,24]. TAPES был разработан для лиц взрослого возраста с ампутацией нижней конечности, но затем был предложен блок вопросов для лиц с ампутацией руки [16]. Тем не менее психометрических исследований данная модификация не прошла, поэтому чаще при оценке протеза верхней конечности используют отдельные блоки этого опросника (подшкалы, касающиеся психосоциального приспособления, удовлетворенности протезом, болевого синдрома) [98]. Опросник TAPES неоднократно модифицировался, в итоге была создана версия TAPES-R, отражающая 3 аспекта психосоциального приспособления (общее приспособление, социальное приспособление и приспособление к функциональным ограничениям) и 2 аспекта (эстетика и функциональность) удовлетворенности протезом [22]. Несмотря на многочисленность пунктов, заполнение опросника занимает обычно не более 15 минут. Число вариантов ответов для различных пунктов варьирует, ответы, в зависимости от содержания пункта, отражают степень согласия с утверждением, обозначенным в пункте опросника, либо степень удовлетворенности, либо степень ограничения. Оценки по пунктам отдельных подшкал суммируются. TAPES-R продемонстрировал отличные психометрические характеристики [29].

OPUS-HRQOL является модулем опросника OPUS и включает 23 пункта, ответы на которые оцениваются по 5-балльной шкале от «все время» до «нисколько по времени» (к примеру, «Как часто на протяжении последней недели вы чувствовали себя счастливым?», «Насколько часто на протяжении последней недели вы чувствовали себя уставшим?», «Насколько боль оказывала влияние на вашу деятельность?») [28]. В процессе модификации было оставлено 16 пунктов (6 пунктов относятся к подшкале «Ограничения», а 16 характеризуют эмоциональное состояние, формируя подшкалу «Эмоции») [40]. Апробация теста на 275 лиц, пользующихся протезами, показала высокие психометрические свойства теста [40].

Шкала **ABIS** была разработана в 1997 г для оценки психосоциального благополучия лиц с ампутацией нижней конечности [8]. Включает 20 утверждений, касающихся ощущений и переживаний человека, лишившегося части конечности; для каждого утверждения обследуемый должен выбрать один из пяти вариантов ответов, оцениваемых баллами (от 1=«никогда», до 5=«постоянно»). Суммарный балл по шкале может варьировать от 20 до 100, более высокие баллы свидетельствуют о более серьезных психологических проблемах. Шкалу используют и при исследованиях у лиц, лишившихся руки, перефразируя часть утверждений (например, утверждение «Я избегаю носить шорты вне дома, поскольку при этом может быть виден мой протез» заменяют на утверждение «Я избегаю носить рубашку с коротким рукавом вне дома, поскольку при этом может быть виден мой протез» [58]. Шкала нашла достаточно широкое применение [18,58] и переведена на другие языки [80], но психометрические свойства ABIS исследованы на ограниченном числе лиц [8].

Для оценки ролевых ограничений и качества жизни при дефектах или ампутации конечности иногда используют неспецифические инструменты [99]. У взрослых чаще применяют опросники «Короткая версия опросника здоровья» (Short-Form Healthy Survey, или SF36) [91,92,93]; «Профиль влияния болезни» (Sickness Impact Profile, или SIP) [70]; «Ноттингемский профиль здоровья» (Nottingham Health Profile, или NHP) [35,36], «Европейский опросник качества жизни» (EuroQuol) [90].

У детей наиболее широкое распространение нашли «Педиатрический опросник качество жизни» (Pediatric Quality of Life, или PedsQL) [89], «Детская оценка участия и удовлетворенности» (Children's Assessment of Participation and Enjoyment, или CAPE) [44] и «Инструмент сбора педиатрических ортопедических данных» (Pediatric Orthopaedic Data Collection Instrument, или PODCI) [83].

И у детей, и у взрослых возможно использование «Шкалы достижения цели» (Goal Attainment Scaling, или GAS) [14,67,84] и «Канадской оценки занятости» Canadian Occupational Performance Measure, или COPM) [52,63]. Однако валидность перечисленных выше инструментов в отношении лиц, пользующихся протезами рук, не изучена [29,98].

5. Итоговые обзоры и рекомендации

На протяжении последнего десятилетия было опубликовано несколько системных обзоров, касающихся стандартизированных методов оценки состояния лиц, пользующихся протезами верхней конечности [29,33,98,99], однако рекомендации по практическому использованию тех или иных тестов есть лишь у двух авторов. Согласно заключениям V. Wright, (Канада) и H. Lindner (Швеция), к практическому использованию у взрослых лиц в качестве надежных и валидных инструментов можно рекомендовать лишь три опросника: TAPES, OPUS и ACMC; кроме того, для оценки нарушений жизнедеятельности V. Wright рекомендовала еще неспецифический опросник DASH [56,99]. Оба автора указывали на необходимость разработки новых, основанных на наблюдении, методов оценки протезирования верхней конечности. В 2013 г. V. Wright вновь провела анализ публикаций по международным библиографическим базам MEDLINE, Cumulative Index to Nursing, Allied Health Literature (CINAHL) и RECAL [98]. Оказалось, что большая часть инструментов предназначена для детей, из них автор рекомендует к использованию такие инструменты, как ACMC, UNB, PUF1, а из числа неспецифических тестов – АНА и ABILHAND. Для лиц взрослого возраста, пользующихся протезами руки, наилучшие психометрические характеристики продемонстрировали следующие тесты и опросники: JTHF, BBT, ACMC, OPUS-UEFS и TAPES.

Заключение

Объективная оценка новых протезов верхней конечности требует применения стандартизированных, валидизированных и надежных инструментов. Согласно рекомендациям ICIDH, необходимо использовать набор оценочных инструментов, что дает возможность комплексно характеризовать эффективности использования создаваемых устройств. При выборе конкретного теста или опросника также следует учитывать возраст обследуемого и тип (возможностями) протеза [38,39,45].

Литература

1. Анастаси А. Психологическое тестирование. Пер. с англ. М.: Педагогика, 1982.
2. Arnould C, Penta M, et al. ABILHAND-kids: a measure of manual ability in children with cerebral palsy. *Neurol* 2004; 63: 1045-1052.
3. Bagley AM, Molitor F, et al. The unilateral below elbow test: a function test for children with unilateral congenital below elbow deficiency. *Dev Med Child Neurol* 2006; 48: 569-575.
4. Beaton DE, Bombardier C, et al. Measuring the whole or the parts? Validity, reliability and responsiveness of the disabilities of the arm, shoulder and hand outcome measure in different regions of the upper extremity. *J Hand Ther* 2001; 14: 128-146.
5. Beaton DE, Wright JG, Katz JN. Development of the QuickDASH: comparison of three item-reduction approaches. *J Bone Joint Surg Am.* 2005; 87: 1038-1046.
6. Bhaskaranand K, Bhat AK, Narayan K. Prosthetic rehabilitation in traumatic upper limb amputees (an Indian perspective). *Arch Orthop Trauma Surg* 2003; 123: 363-366.
7. Biddiss E, Chau T. The roles of predisposing characteristics, established need, and enabling resources on upper extremity prosthesis use and abandonment. *Disabil Rehabil Assist Technol* 2007 Mar; 2(2): 71-84.
8. Breakey JW. Body image: The lower limb amputee. *JPO.* 1997; 9: 58-66.
9. Buffart LM, Roebroek ME, Pesch-Batenburg JM, Janssen WG, Stam HJ. Assessment of arm/hand functioning in children with a congenital transverse or longitudinal reduction deficiency of the upper limb. *Disabil Rehabil.* 2006 Jan30; 28(2): 85-95.
10. Buffart LM, Roebroek ME, van Heijningen VG, Pesch-Batenburg JM, Stam HJ. Evaluation of arm and prosthetic functioning in children with a congenital transverse reduction deficiency of the upper limb. *J Rehabil Med* 2007; 39: 379-386.
11. Burger H, Brezovar D, Marincek C. Comparison of clinical test and questionnaires for the evaluation of upper limb prosthetic use in children. *Disabil Rehabil.* 2004 Jul 22e Aug 5; 26(14e15): 911-916.
12. Burger H, Brezovar D, Vidmar G. A comparison of the University of New Brunswick Test of Prosthetic Function and the Assessment of Capacity for Myoelectric Control. *Eur J Phys Rehabil Med.* 2014 Aug; 50(4): 433-438.
13. Burger H, Franchignoni F, Heinemann AW, et al. Validation of the orthotics and prosthetics user survey upper extremity functional status module in people with unilateral upper limb amputation. *J Rehabil Med* 2008; 40(5): 393-399.
14. Carswell A, McColl MA, et al. The Canadian Occupational Performance Measure: a research and clinical literature review. *Can J Occup Ther* 2004; 71: 210-222.

15. Davidson J. A comparison of upper limb amputees and patients with upper limb injuries using the Disability of the Arm, Shoulder and Hand (DASH). *Disabil Rehabil* 2004; 26: 917-923.
16. Desmond D.M., MacLachlan M. Factor structure of the Trinity Amputation and Prosthesis Experience Scales (TAPES) with individuals with acquired upper limb amputations. *Am J Phys Med Rehabil*, 2005. 84(7): 506-513.
17. Desrosiers J, Bravo G, Hébert R, Dutil E, Mercier L. Validation of the Box and Block Test as a measure of dexterity of elderly people: reliability, validity, and norms studies. *Arch Phys Med Rehabil*. 1994 Jul; 75(7): 751-755.
18. Desteli EE, İmren Y, Erdoğan M, Sarısoy G, Coşgun S. Comparison of upper limb amputees and lower limb amputees: A psychosocial perspective. *Eur J Trauma Emerg Surg*. 2014; 40: 735-739.
19. Dromerick AW, Schabowsky CN, et al. Effect of training on upper-extremity prosthetic performance and motor learning: a single-case study. *Arch Phys Med Rehabil* 2008; 89: 1199-1204.
20. Finch E, Brooks D, et al. *Physical rehabilitation outcome measures: A guide to enhanced clinical decision making*. Toronto, Canada: BC Decker Inc; 2002.
21. Fougner A., Stavadahl O., Kyberd P. System training and assessment in simultaneous proportional myoelectric prosthesis control. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation* 2014, 11: 75.
22. Gallagher P, Franchignoni F, Giordano A, et al. Trinity amputation and prosthesis experience scales: a psychometric assessment using classical test theory and Rasch analysis. *Am J Phys Med Rehabil* 2010; 89(6): 487-496.
23. Gallagher P, MacLachlan M. The Trinity Amputation and Prosthesis Experience Scales and quality of life in people with lower-limb amputation. *Arch Phys Med Rehabil* 2004; 85: 730-6.
24. Gallagher, P., & MacLachlan, M. Development and Psychometric evaluation of the Trinity Amputation and Prosthesis Experience Scales (TAPES). *Rehabilitation Psychology*, 2000; 45: 130-154.
25. Gonzalez-Fernandez M. Development of Upper Limb Prostheses: Current Progress and Areas for Growth. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation* 2014; 95: 1013-1014.
26. Graham L, Parke RC, et al. A study of the physical rehabilitation and psychological state of patients who sustained limb loss as a result of terrorist activity in Northern Ireland 1969-2003. *Disabil Rehabil* 2006; 28: 797-801.
27. Hebert JS, Wolfe DL, Miller WC, et al. Outcome measures in amputation rehabilitation: ICF body functions. *Disabil Rehabil* 2009; 31(19): 1541-1554.
28. Heinemann AW, Bode RK, O'Reilly C. Development and measurement properties of the Orthotics and Prosthetics Users' Survey (OPUS): a comprehensive set of clinical outcome instruments. *Prosthet Orthot Int* 2003; 27(3): 191-206.
29. Heinemann A., Connelly L., Ehrlich-Jones L., Fatone, S. Outcome Instruments for Prosthetics: Clinical Applications. *Phys Med Rehabil Clin N Am* 25 (2014): 179-198.
30. Hermansson L, Eliasson AC, Engstrom I. Psychosocial adjustment in Swedish children with upper-limb reduction deficiency and a myoelectric prosthetic hand. *Acta Paediatr* 2005 Apr; 94(4): 479-88.
31. Hermansson LM, Bodin L, Eliasson AC. Intra- and inter-rater reliability of the assessment of capacity for myoelectric control. *J Rehabil Med* 2006; 38(2): 118-23.

32. Hermansson LM, Fisher AG, Bernspang B, et al. Assessment of capacity for myoelectric control: a new Rasch-built measure of prosthetic hand control. *J Rehabil Med* 2005; 37(3): 166-171.
33. Hill W, Kyberd P, et al. Upper limb prosthetic outcome measures (ULPOM): A working group and their findings. *J Prosthet Orthot* 2009; 21(4): 69-82.
34. Huizing K, Reinders-Messelink H, Maathuis C, Hadders-Algra M, van der Sluis CK. Age at first prosthetic fitting and later functional outcome in children and young adults with unilateral congenital below-elbow deficiency: a cross-sectional study. *Prosthet Orthot Int* 2010; 34: 166-174.
35. Hunt S. M, McEwen J., McKenna S. P. *The Nottingham Health Profile User's Manual*. 1981.
36. Hunt SM, McEwen J, McKenna SP. Measuring health status: a new tool for clinicians and epidemiologists. *J Royal Coll Gen Pract*. 1985; 35: 185-188.
37. Imms C. Review of the Children's Assessment of Participation and Enjoyment and the Preferences for Activity of Children. *Phys Occup Ther Pediatr* 2008; 28: 389-404.
38. James M, Bagley AM, Brasington K, Lutz C, McConnell S, Molitor F. Impact of prostheses on function and quality of life for children with unilateral congenital below-the-elbow deficiency. *J Bone Joint Surg* 2006; 88-A: 2356-2365.
39. James M. Unilateral Upper Extremity Transverse Deficiencies: Prosthetic Use and Function. *J Pediatr Orthop* 2010; 30 (2): 840-843.
40. Jarl GM, Heinemann AW, Norling Hermansson LM. Validity evidence for a modified version of the orthotics and prosthetics users' survey. *Disabil Rehabil Assist Technol* 2012; 7(6): 469-478.
41. Jarl GM, Hermansson LMN. Translation and linguistic validation of the Swedish version of the Orthotics and Prosthetics User's Survey. *Prosthet Orthot Int* 2009; 33: 329-338.
42. Jebsen RH, Taylor N, Trieschmann RB, Trotter MJ, Howard LA. An objective and standardized test of hand function. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation* 1969 Jun; 50(6): 311-319.
43. Kennedy P. *The Oxford handbook of Rehabilitation Psychology*. Oxford University Press. 2012: 358.
44. King GA, Law M, et al. Measuring children's participation in recreation and leisure activities: construct validation of the CAPE and PAC. *Child Care Health Dev* 2007; 33: 28-39.
45. Korkmaz M. Evaluation of functionality in acquired and congenital upper extremity child amputees. *Acta Orthop Traumatol Turc* 2012; 46: 262-8.
46. Kotwal PP, Varshney MK, Soral A. Comparison of surgical treatment and nonoperative management for radial longitudinal deficiency. *J Hand Surg Eur* 2012; 37: 161-169
47. Krumlinde-Sundholm L, Eliasson A. Development of the assisting hand assessment: a Rasch-built measure intended for children with unilateral upper limb impairments. *Scand J Occup Ther* 2003; 10: 1651-2014.
48. Krumlinde-Sundholm L, Holmefur M, et al. The Assisting Hand Assessment: current evidence of validity, reliability, and responsiveness to change. *Dev Med Child Neurol* 2007; 49: 259-264.
49. Kyberd PJ, Murgia A, et al. Case studies to demonstrate the range of applications of the Southampton Hand Assessment Procedure. *Br J Occup Ther* 2009; 72: 212-218.
50. Kyberd PJ. The influence of control format and hand design in single axis myoelectric hands: assessment of functionality of prosthetic hands using the Southampton Hand Assessment Procedure. *Prosthet Orthot Int* 2011; 35: 285-293.

51. Lake C. Effects of prosthetic training on upper-extremity prosthesis use. *J Posthet Orthot*. 1997; 9(1): 3-9.
52. Law M, Baptiste S, et al. *Canadian Occupational Performance Measure*. Toronto, ON: Canadian Association of Occupational Therapy Publications; 1998.
53. Light CM, Chappell PH, Kybred PJ. Establishing a standardized clinical assessment tool of pathologic and prosthetic hand function: normative data, reliability and validity. *Arch Phys Med Rehabil* 2002; 83: 776-783.
54. Light CM. *An intelligent hand prosthesis and evaluation of pathological and prosthetic hand function [doctoral dissertation]*. Southampton: Electrical Engineering Department, University of Southampton; 2000.
55. Lindner HY, Linacre JM, Norling Hermansson LM. Assessment of capacity for myoelectric control: evaluation of construct and rating scale. *J Rehabil Med* 2009; 41(6): 467-474.
56. Lindner HY, Natterlund BS, Hermansson LM. Upper limb prosthetic outcome measures: review and content comparison based on International Classification of Functioning, Disability and Health. *ProsthetOrthot Int* 2010; 34: 109-128
57. Lindner H., Langius-Eklöf A., Hermansson L. Test-retest reliability and rater agreements of Assessment of Capacity for Myoelectric Control version 2.0. *JRRD* 2014; 51 (4): 635-644
58. Luchetti M., Cutti A., Verni G., Sacchetti R., Rossi N. Impact of Michelangelo prosthetic hand: Findings from a crossover longitudinal study. *JRRD* 2015; 52 (5): 605-618
59. MacDermid, J., Khadilkar L., Birmingham T. Athwal G, Validity of the QuickDASH in Patients With Shoulder-Related Disorders Undergoing Surgery *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 2014; 45(1): 25-36.
60. Mathiowetz V, Volland G, Kashman N, et al. Adult norms for the box and block test of manual dexterity. *Am J Occup Ther* 1985; 39(6): 386-391.
61. Metcalf CD, Woodward H, Wright V, Chappell PH, Burridge JH, Yule VT. Changes in hand function with age and normative unimpaired scores when measured with the Southampton hand assessment procedure. *Br J Hand Ther* 2008; 13:79-83.
62. Metcalf C, Adams J, et al. A review of clinical upper limb assessments within the framework of the WHO ICF. *Musculoskel Care* 2007; 5(3): 160-173.
63. Michielsen A, van W I, Ketelaar M. Participation and health-related quality of life of Dutch children and adolescents with congenital lower limb deficiencies. *J Rehabil Med* 2011; 43: 584-589.
64. Miller L, Lipschutz R, Stubblefield K, Lock B, Huang H, Williams T, Weir R, Kuiken T: Control of a six degree of freedom prosthetic arm after targeted muscle reinnervation surgery. *Arch Phys Med Rehabil* 2008; 89 (11): 2057-065.
65. O'Shaughnessy K, Dumanian G, Lipschutz R, Miller L, Stubblefield K, Kuiken T: Targeted reinnervation to improve prosthesis control in transhumeral amputees: A report of three cases. *J Bone Joint Surg* 2008.
66. Otr OV, Reinders-Messelink HA, et al. The i-LIMB hand and the DMC plus hand compared: a case report. *Prosthet Orthot Int* 2010; 34: 216-20.
67. Ottenbacher KJ, Cusick A. Goal attainment scaling as a method of clinical evaluation. *Am J Occup Ther* 1990; 44: 519-525.

68. Penta M, Thonnard J-L, Tesio L. ABILHAND: A Rasch-built measure of manual ability. *Arch Phys Med Rehabil* 1998; 79: 1038-1042.
69. Platz T, Pinkowski C, et al. Reliability and validity of arm function assessment with standardized guidelines for the Fugl-Meyer Test, Action Research Arm Test and Box and Block Test: a multicenter study. *Clin Rehabil* 2005; 19: 404-411.
70. Post M. W. M., de Bruin A., De Witte L., Schrijvers A. The SIP-68: A Measure of Health-Related Functional Status in Rehabilitation Medicine. *Arch Phys Med Rehab* 1996; 77(5): 440-445.
71. Pruitt SD, Varni JW, Seid M, Setoguchi Y. Functional status in limb deficiency: development of an outcome measure for preschool children. *Arch Phys Med Rehabil* 1998; 79: 405-411.
72. Pruitt SD, Varni JW, Setoguchi Y. Functional status in children with limb deficiency: development and initial validation of an outcome measure. *Arch Phys Med Rehabil* 1996; 77: 1233-1238.
73. Ramirez IA, Lusk CP, et al. Crossed four-bar mechanism for improved prosthetic grasp. *J Rehabil Res Dev* 2009; 46: 1011-1020.
74. Ramstrand N, Brodtkorb TH. Considerations for developing an evidenced-based practice in orthotics and prosthetics. *Prosthet Orthot Int* 2008; 32(1): 93-102.
75. Resnik L, Adams L, Borgia M., Delikat J., et al. Development and Evaluation of the Activities Measure for Upper Limb Amputees. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation* 2013; 94: 488-494.
76. Resnik L, Baxter K, Borgia M, Mathewson K. Is the UNB test reliable and valid for use with adults with upper limb amputation? *J Hand Ther.* 2013 Oct-Dec; 26(4): 353-359.
77. Resnik L, Borgia M. Reliability and validity of outcome measures for upper limb amputation. *J Prosthet Orthot* 2012; 24(4): 192-201.
78. Resnik L, Meucci MR, Lieberman-Klinger S, et al. Advanced upper limb prosthetic devices: implications for upper limb prosthetic rehabilitation. *Arch Phys Med Rehabil* 2012; 93: 710-717.
79. Rider B, Lindern C. Comparison of standardized and non-standardized administration of the Jebsen Hand Function Test. *J Hand Ther* 1988; 2: 121-123.
80. Safaz I., Yilmaz B., Goktepe AS, Yazicioglu K. Turkish Version of The Amputee Body Image Scale and Relationship with Quality of Life. *Klinik Psikofarmakoloji Bülteni* 2010; 20: 79-83.
81. Sanderson ER., Scott RN. *UNB test of prosthetic function: a test for unilateral upper extremity amputees, ages 2-13*. Fredricton, New Brunswick, Canada: Bio-Engineering Institute, University of New Brunswick; 1985. www.unb.ca/biomed/unb_test_of_prosthetics_function.pdf. Accessed October 7, 2012.
82. Simon A, Lock B, Stubblefield K: Patient training for functional use of pattern recognition–controlled prostheses. *J Prosthet Orthot* 2012, 24(2): 56-64.
83. Spaargaren E, Ahmed J, et al. Aspects of activities and participation of 7-8 year-old children with an obstetric brachial plexus injury. *Eur J Paediatr Neurol* 2011; 15: 345-352.
84. Steenbeek D, Ketelaar M, et al. Goal attainment scaling in paediatric rehabilitation: a critical review of the literature. *Dev Med Child Neurol* 2007; 49: 550-556.
85. Stratford P, Gill C, et al. Assessing disability and change in individual patients: a report of a patient specific measure. *Physiother Can* 1995; 47: 258

86. Taylor, N., Sand, P. L., et al. (1973). "Evaluation of hand function in children." *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation* 54(3): 129-135.
87. Van Dijk-Koot CA, Van DH, et al. Current experiences with the prosthetic upper extremity functional index in follow-up of children with upper limb reduction deficiency. *J Prosthet Orthot* 2009; 21: 110-114.
88. Vandervelde L, Van den Bergh PY, et al. Validation of the ABILHAND questionnaire to measure manual ability in children and adults with neuromuscular disorders. *J Neural Neurosurg Psychiatr* 2010;81:506-512.
89. Varni JW, Seid M, Kurtin PS. PedsQL 4.0: reliability and validity of the Pediatric Quality of Life Inventory Version 4.0 Generic Core Scales in healthy and patient populations. *Med Care* 2001; 39: 800-812.
90. Walker S., Roser R. *Quality of life assessment*. Kluwer academic publishers, 1993.
91. Ware J., Sherbourne C. The MOS 36-item short-form health survey (SF-36). *Medical Care* 1992; 30: 473-483.
92. Ware J., Snow K., Kosinski M. et al. *SF-36 Health Survey: Manual and Interpretation Guide*. Boston, MA: The Health Institute, New England Medical Center Hospitals, 1993.
93. Ware JE. Improvements in short-form measures of health status: Introduction to a series. *J Clin Epidemiol* 2008; 61: 1-5.
94. World Health Organization (WHO). *ICIDH-2: International Classification of Functioning, Disability, and Health (ICIDH)*. Geneva, Switzerland: World Health Organization; 2001.
95. Wright FV, Hubbard S, Naumann S, Jutai J. Evaluation of the validity of the prosthetic upper extremity functional index for children. *Arch Phys Med Rehabil* 2003; 84: 518-527.
96. Wright FV. Measurement of functional outcome with individuals who use upper extremity prosthetic devices: current and future directions. *J Prosthet Orthot* 2006; 18: 46-56.
97. Wright V, Hubbard S, et al. The Prosthetic Upper Extremity Functional Index: development and reliability testing of a new functional status questionnaire for children who use upper extremity prostheses. *J Hand Ther* 2001; 14: 91-104.
98. Wright V. Evidence Note Upper-Limb Prosthetic Outcome Measures. *Academy Today Advancing Orthotic and Prosthetic Care Through Knowledge*. 2013; 9(1).
99. Wright V. Prosthetic outcome measures for use with upper limb amputees: A systematic review of the peer-reviewed literature, 1970 to 2009. *J Prosthet Orthot*, 2009; 21(9): 3-63.
100. Ziegler-Graham K, MacKenzie EJ, Ephraim PL, et al. Estimating the prevalence of limb loss in the United States: 2005 to 2050. *Arch Phys Med Rehabil* 2008; 89: 422-429.

Outcomes Assessment for Upper Limb Prosthetic Care. Literature Review

Belova A. N.

D. Med. Sc., Professor, Head of Department of Functional Diagnostics¹

Rukina N. N.

PhD, Senior Researcher, Department of Functional Diagnostics¹

Kuznetsov A. N.

Junior Researcer, Department of Functional Diagnostics¹

Borzikow V. V.

Junior Researcer, Department of Functional Diagnostics¹

Belova E. M.

resident²

¹ – Federal State Budgetary Institution «Privolzhsky Federal Research Medical Centre» of the Ministry of Health of the Russian Federation

² – State Educational Establishment of Higher Professional Training Nizhny Novgorod State Medical Academy of the Ministry of Public Health of the Russian Federation

Corresponding author – Rukina N.N., E-mail: ruginann@mail.ru

Abstract

Prosthetic technology for adults and children with acquired and congenital upper limb defects has developed considerably lately. Modern prosthesis are complicated and expensive devices. So the demands for the objective assessment of their effectiveness and helpfulness became more and more intense. Assessment should be based on International Classification of Function and Disability and consider impairment, disability, handicap and health-related quality of life. Then, these tools should be valid and reliable. Outcomes of prosthesis users can be performance-based or self-reported. This review covered prosthetic-specific measures for adult and pediatric upper limb prosthesis users. Potentially suitable standardized generic outcome measures are also listed. Evaluative outcome measure concern arm structure and functional abilities, activity of daily living and social participation, as well as quality of life in adult or child with limb defects. Finally, summarized outcome measurements data for adult and children with upper limb deficiency and prostheses, based on international recommendations, are presented.

Key words: prosthesis, upper limb, assessment, outcome measures

References

1. Anastazi, A. *Psihologicheskoe testirovanie [Psychological testing]*. Russian translation. Moscow: Pedagogika, 1982.
2. Arnould, C., and M. Penta. "ABILHAND-kids: a measure of manual ability in children with cerebral palsy." *Neurol* 63 (2004): 1045-052.
3. Bagley, Anita M., Fred Molitor, Lisa V. Wagner, Wendy Tomhaveo, and Michelle A. James. "The Unilateral Below Elbow Test: a function test for children with unilateral congenital below elbow deficiency." *Developmental Medicine & Child Neurology* 48, no. 7 (2007): 569-75. doi:10.1111/j.1469-8749.2006.tb01317.x.
4. Beaton, D. E., and C. Bombardier. "Measuring the whole or the parts? Validity, reliability and responsiveness of the disabilities of the arm, shoulder and hand outcome measure in different regions of the upper extremity." *J Hand Ther* 14 (2001): 128-46.
5. Beaton, D. E., J. G. Wright, and J. N. Katz. "Development of the QuickDASH: comparison of three item-reduction approaches." *J Bone Joint Surg Am* 87 (2005): 1038-046.
6. Bhaskaranand, Kumar, Anil K. Bhat, and K. Narayana Acharya. "Prosthetic rehabilitation in traumatic upper limb amputees (an Indian perspective)." *Archives of Orthopaedic and Trauma Surgery* 123, no. 7 (2003): 363-66. doi:10.1007/s00402-003-0546-4.

7. Biddiss, E., and T. Chau. "The roles of predisposing characteristics, established need, and enabling resources on upper extremity prosthesis use and abandonment." *Disabil Rehabil Assist Technol* 2, no. 2 (2007): 71-84.
8. Breakey, J. W. "Body image: The lower limb amputee." *JPO*, no. 9 (1997): 58-66.
9. Buffart, L. M., M. E. Roebroek, J. M. Pesch-Batenburg, W. G. Janssen, and H. J. Stam. "Assessment of arm/hand functioning in children with a congenital transverse or longitudinal reduction deficiency of the upper limb." *Disabil Rehabil* 28, no. 2 (2006): 85-95.
10. Buffart, L. M., M. E. Roebroek, V. G. Heijningen, Van, J. M. Pesch-Batenburg, and H. J. Stam. "Assessment of arm/hand functioning in children with a congenital transverse or longitudinal reduction deficiency of the upper limb." *J Rehabil Med* 39 (2007): 379-86.
11. Burger, H., D. Brezovar, and C. Marincek. "Comparison of clinical test and questionnaires for the evaluation of upper limb prosthetic use in children." *Disabil Rehabil* 26, no. 14e15 (2004): 911-16.
12. Burger, H., D. Brezovar, and G. Vidmar. "A comparison of the University of New Brunswick Test of Prosthetic Function and the Assessment of Capacity for Myoelectric Control." *Eur J Phys Rehabil Med* 50, no. 4 (2014): 433-38.
13. Burger, H., F. Franchignoni, and A. W. Heinemann. "Validation of the orthotics and prosthetics user survey upper extremity functional status module in people with unilateral upper limb amputation." *J Rehabil Med* 40, no. 5 (2008).
14. Carswell, Anne, Mary Ann Mccoll, Sue Baptiste, Mary Law, Helene Polatajko, and Nancy Pollock. "The Canadian Occupational Performance Measure: A Research and Clinical Literature Review." *Canadian Journal of Occupational Therapy* 71, no. 4 (2004): 210-22. doi:10.1177/000841740407100406.
15. Davidson, Judith. "A comparison of upper limb amputees and patients with upper limb injuries using the Disability of the Arm, Shoulder and Hand (DASH)." *Disability and Rehabilitation* 26, no. 14-15 (2004): 917-23. doi:10.1080/09638280410001708940.
16. Desmond, D. M., and M. MacLachlan. "Factor structure of the Trinity Amputation and Prosthesis Experience Scales (TAPES) with individuals with acquired upper limb amputations." *Am J Phys Med Rehabil* 84, no. 7 (2005): 506-13.
17. Desrosiers, J., G. Bravo, R. Hébert, E. Dutil, and L. Mercier. "Validation of the Box and Block Test as a measure of dexterity of elderly people: reliability, validity, and norms studies." *Arch Phys Med Rehabil* 75, no. 7 (1994): 751-55.
18. Desteli, E. E., Y. İmren, M. Erdoğan, G. Sarısoy, and S. Coşgun. "Comparison of upper limb amputees and lower limb amputees: A psychosocial perspective." *Eur J Trauma Emerg Surg* 40 (2014): 735-39.
19. Dromerick, A. W., and C. N. Schabowsky. "Effect of training on upper-extremity prosthetic performance and motor learning: a single-case study." *Arch Phys Med Rehabil* 89 (2008): 1199-204.
20. Finch, Elspeth. *Physical rehabilitation outcome measures: a guide to enhanced clinical decision making*. Toronto, Ont.: Canadian Physiotherapy Association, 2002.
21. Fougner, Anders L., Øyvind Stavadahl, and Peter J. Kyberd. "System training and assessment in simultaneous proportional myoelectric prosthesis control." *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation* 11, no. 1 (2014): 75. doi:10.1186/1743-0003-11-75.
22. Gallagher, P., F. Franchignoni, and A. Giordano. "Trinity amputation and prosthesis experience scales: a psychometric assessment using classical test theory and Rasch analysis." *Am J Phys Med Rehabil* 89, no. 6 (2010): 487-96.

23. Gallagher, P., and M. MacLachlan. "The Trinity Amputation and Prosthesis Experience Scales and quality of life in people with lower-limb amputation." *Arch Phys Med Rehabil* 85 (2004): 730-36.
24. Gallagher, P., and M. MacLachlan. "Development and Psychometric evaluation of the Trinity Amputation and Prosthesis Experience Scales (TAPES)." *Rehabilitation Psychology* 45 (2000): 130-54.
25. Gonzalez-Fernandez, M. "Development of Upper Limb Prostheses: Current Progress and Areas for Growth." *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation* 95 (2014): 1013-014.
26. Graham, L., and R. C. Parke. "Outcome measures in amputation rehabilitation: ICF body functions." *Disabil Rehabil* 28 (2006): 791-801.
27. Hebert, J. S., D. L. Wolfe, and W. C. Miller. "Outcome measures in amputation rehabilitation: ICF body functions." *Disabil Rehabil* 31, no. 19 (2009): 1541-554.
28. Heinemann, A. W., R. K. Bode, and C. Oreilly. "Development and measurement properties of the Orthotics and Prosthetics Users' Survey (OPUS): A comprehensive set of clinical outcome instruments." *Prosthetics and Orthotics International* 27, no. 3 (2003): 191-206. doi:10.1080/03093640308726682.
29. Heinemann, Allen W., Lauri Connelly, Linda Ehrlich-Jones, and Stefania Fatone. "Outcome Instruments for Prosthetics." *Physical Medicine and Rehabilitation Clinics of North America* 25, no. 1 (2014): 179-98. doi:10.1016/j.pmr.2013.09.002.
30. Hermansson, L., A.C. Eliasson, and I. Engström. "Psychosocial adjustment in Swedish children with upper-limb reduction deficiency and a myoelectric prosthetic hand." *Acta Paediatrica* 94, no. 4 (2007): 479-88. doi:10.1111/j.1651-2227.2005.tb01921.x.
31. Hermansson, L. M., L. Bodin, and A. C. Eliasson. "Intra- and inter-rater reliability of the assessment of capacity for myoelectric control." *J Rehabil Med* 38, no. 2 (2006): 118-23.
32. Hermansson, Liselotte, Anne Fisher, Birgitta Bernspång, and Ann-Christin Eliasson. "Assessment of Capacity for Myoelectric Control: a new rasch-built measure of prosthetic hand control." *Journal of Rehabilitation Medicine*-1, no. 1 (2004): 1. doi:10.1080/16501970410024280.
33. Hill, W., and P. Kyberd. "Upper limb prosthetic outcome measures (ULPOM): A working group and their findings." *J Prosthet Orthot* 21, no. 4 (2009): 69-82.
34. Huizing, Karin, Heleen Reinders-Messelink, Carel Maathuis, Mijna Hadders-Algra, and Corry K. Van Der Sluis. "Age at First Prosthetic Fitting and Later Functional Outcome in Children and Young Adults with Unilateral Congenital Below-Elbow Deficiency: A Cross-Sectional Study." *Prosthetics and Orthotics International* 34, no. 2 (2010): 166-74. doi:10.3109/03093640903584993.
35. Hunt, S. M., J. McEwen, and S. P. McKenna. *The Nottingham Health Profile User's Manual*. 1981.
36. Hunt, S. M., J. McEwen, and S. P. McKenna. "Measuring health status: a new tool for clinicians and epidemiologists." *J Royal Coll Gen Pract* 35 (1985): 185-88.
37. Imms, Christine. "Review of the Childrens Assessment of Participation and Enjoyment and the Preferences for Activity of Children." *Physical & Occupational Therapy In Pediatrics* 28, no. 4 (2008): 389-404. doi:10.1080/01942630802307135.
38. James, M., A. M. Bagley, K. Brasington, C. Lutz, S. McConnell, and F. Molitor. "Impact of prostheses on function and quality of life for children with unilateral congenital below-the-elbow deficiency." *J Bone Joint Surg* 88-A (2006): 2356-365.
39. James, Michelle A. "Unilateral Upper Extremity Transverse Deficiencies: Prosthetic Use and Function." *Journal of Pediatric Orthopaedics* 30 (2010). doi:10.1097/bpo.0b013e3181cd9eba.

40. Jarl, Gustav M., Allen W. Heinemann, and Liselotte M. Norling Hermansson. "Orthotics and Prosthetics Users Survey--Modified Version." *PsycTESTS Dataset*, 2012. doi:10.1037/t62565-000.
41. Jarl, Gustav Magnus, and Liselotte Maria Norling Hermansson. "Translation and linguistic validation of the Swedish version of Orthotics and Prosthetics Users Survey." *Prosthetics and Orthotics International*, 2009, 1-10. doi:10.1080/03093640903168123.
42. Jebsen, R. H., N. Taylor, R. B. Trieschmann, M. J. Trotter, and L. A. Howard. "An objective and standardized test of hand function." *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation* 50, no. 6 (1969): 311-19.
43. Kennedy, Paul. *The Oxford handbook of rehabilitation psychology*. New York, NY: Oxford University Press, 2012.
44. King, G. A., M. Law, S. King, P. Hurley, S. Hanna, M. Kertoy, and P. Rosenbaum. "Measuring childrens participation in recreation and leisure activities: construct validation of the CAPE and PAC." *Child: Care, Health and Development* 33, no. 1 (2007): 28-39. doi:10.1111/j.1365-2214.2006.00613.x.
45. Korkmaz, M. "Evaluation of functionality in acquired and congenital upper extremity child amputees." *Acta Orthop Traumatol Turc* 46 (2012): 262-68.
46. Kotwal, P. P., M. K. Varshney, and A. Soral. "Comparison of surgical treatment and nonoperative management for radial longitudinal deficiency." *Journal of Hand Surgery (European Volume)* 37, no. 2 (2012): 161-69. doi:10.1177/1753193411413070.
47. Krumlinde-Sundholm, Lena, and Ann-Christin Eliasson. "Development of the Assisting Hand Assessment: A Rasch-built Measure intended for Children with Unilateral Upper Limb Impairments." *Scandinavian Journal of Occupational Therapy* 10, no. 1 (2003): 16-26. doi:10.1080/11038120310004529.
48. Krumlinde-Sundholm, L., and M. Holmefur. "The Assisting Hand Assessment: current evidence of validity, reliability, and responsiveness to change." *Dev Med Child Neurol* 49 (2007): 259-64.
49. Kyberd, P. J., and A. Murgia. "Case studies to demonstrate the range of applications of the Southampton Hand Assessment Procedure." *Br J Occup Ther* 72 (2009): 212-18.
50. Kyberd, P. J. "The influence of control format and hand design in single axis myoelectric hands: assessment of functionality of prosthetic hands using the Southampton Hand Assessment Procedure." *Prosthet Orthot Int* 35 (2011): 285-93.
51. Lake, Christopher. "Effects of Prosthetic Training on Upper-Extremity Prosthesis Use." *JPO Journal of Prosthetics and Orthotics* 9, no. 1 (1997): 3-9. doi:10.1097/00008526-199701000-00003.
52. Law, Mary C., Sue Baptiste, Anne Carswell, Mary Ann McColl, Helene J. Polatajko, and Nancy Pollock. *Canadian occupational performance measure*. Toronto, Ontario: CAOT Publications, 1998.
53. Light, C. M., P. H. Chappell, and P. J. Kybred. ". Establishing a standardized clinical assessment tool of pathologic and prosthetic hand function: normative data, reliability and validity." *Arch Phys Med Rehabil* 83 (2002): 776-83.
54. Light, Colin Michael. *An intelligent hand prosthesis and evaluation of pathological and prosthetic hand function*. PhD diss., Thesis (Ph. D.), 2000.
55. Lindner, H. Y., J. M. Linacre, and L. M. Norling Hermansson. "Assessment of capacity for myoelectric control: evaluation of construct and rating scale." *J Rehabil Med* 41, no. 6 (2009): 467-74.
56. Lindner, Helen Y. N., Birgitta Sjöqvist Nätterlund, and Liselotte M. Norling Hermansson. "Upper Limb Prosthetic Outcome Measures: Review and Content Comparison Based on International Classification of

- Functioning, Disability and Health." *Prosthetics and Orthotics International* 34, no. 2 (2010): 109-28. doi:10.3109/03093641003776976.
57. Lindner, H., A. Langius-Eklöf, and L. Hermansson. "Test-retest reliability and rater agreements of Assessment of Capacity for Myoelectric Control version 2.0." *JRRD* 51, no. 4 (2014): 635-44.
58. Luchetti, M., A. Cutti, G. Verni, R. Sacchetti, and N. Rossi. "Impact of Michelangelo prosthetic hand: Findings from a crossover longitudinal study." *JRRD* 52, no. 5 (2015): 605-18.
59. Macdermid, Joy C., Leenesh Khadilkar, Trevor B. Birmingham, and George S. Athwal. "Validity of the QuickDASH in Patients With Shoulder-Related Disorders Undergoing Surgery." *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy* 45, no. 1 (2015): 25-36. doi:10.2519/jospt.2015.5033.
60. Mathiowetz, V., G. Volland, and N. Kashman. "Adult norms for the box and block test of manual dexterity." *Am J Occup Ther* 39, no. 6 (1985): 386-91.
61. Metcalf, C. D., H. Woodward, V. Wright, P. H. Chappell, J. H. Burrige, and V. T. Yule. "Changes in hand function with age and normative unimpaired scores when measured with the Southampton hand assessment procedure." *Br J Hand Ther* 13 (2008): 79-83.
62. Metcalf, Cheryl, Jo Adams, Jane Burrige, Victoria Yule, and Paul Chappell. "A review of clinical upper limb assessments within the framework of the WHO ICF." *Musculoskeletal Care* 5, no. 3 (2007): 160-73. doi:10.1002/msc.108.
63. Michielsen, A., I. Wijk, Van, and M. Ketelaar. "Participation and health-related quality of life of Dutch children and adolescents with congenital lower limb deficiencies." *J Rehabil Med* 43 (2011): 587-89.
64. Miller, L., R. Lipschutz, K. Stubblefield, B. Lock, H. Huang, T. Williams, R. Weir, and T. Kuiken. "Control of a six degree of freedom prosthetic arm after targeted muscle reinnervation surgery." *Arch Phys Med Rehabil* 89, no. 11 (2008): 2057-065.
65. O'Shaughnessy, Kristina D., Gregory A. Dumanian, Robert D. Lipschutz, Laura A. Miller, Kathy Stubblefield, and Todd A. Kuiken. "Targeted Reinnervation to Improve Prosthesis Control in Transhumeral Amputees." *The Journal of Bone and Joint Surgery-American Volume* 90, no. 2 (2008): 393-400. doi:10.2106/jbjs.g.00268.
66. Otr, Olga Van Der Niet, Heleen A. Reinders-Messelink, Raoul M. Bongers, Hanneke Bouwsema, and Corry K. Van Der Sluis. "The i-LIMB Hand and the DMC Plus Hand Compared: A Case Report." *Prosthetics and Orthotics International* 34, no. 2 (2010): 216-20. doi:10.3109/03093641003767207.
67. Ottenbacher, K. J., and A. Cusick. "Goal attainment scaling as a method of clinical evaluation." *Am J Occup Ther* 44 (1990): 519-25.
68. Penta, Massimo, Jean-Louis Thonnard, and Luigi Tesio. "ABILHAND: A Rasch-built measure of manual ability." *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation* 79, no. 9 (1998): 1038-042. doi:10.1016/s0003-9993(98)90167-8.
69. Platz, T., and C. Pinkowski. "Reliability and validity of arm function assessment with standardized guidelines for the Fugl-Meyer Test, Action Research Arm Test and Box and Block Test: a multicenter study." *Clin Rehabil* 19 (2005): 404-11.
70. Post, Marcel W.M., Atefrans De Bruin, Luc De Witte, and August Schrijvers. "The SIP68: A measure of health-related functional status in rehabilitation medicine." *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation* 77, no. 5 (1996): 440-45. doi:10.1016/s0003-9993(96)90031-3.
71. Pruitt, S. D., J. W. Varni, M. Seid, and Y. Setoguchi. "Functional status in limb deficiency: development of an outcome measure for preschool children." *Arch Phys Med Rehabil* 79 (1998): 405-11.

72. Pruitt, S. D., J. W. Varni, and Y. Setoguchi. "Functional status in children with limb deficiency: development and initial validation of an outcome measure." *Arch Phys Med Rehabil* 77 (1996): 1233-238.
73. Ramirez, Issa A., Craig P. Lusk, Rajiv Dubey, M. Jason Highsmith, and Murray E. Maitland. "Crossed four-bar mechanism for improved prosthetic grasp." *The Journal of Rehabilitation Research and Development* 46, no. 8 (2009): 1011. doi:10.1682/jrrd.2009.01.0004.
74. Ramstrand, N., and T.-H. Brodtkorb. "Considerations for developing an evidenced-based practice in orthotics and prosthetics." *Prosthetics and Orthotics International* 32, no. 1 (2008): 93-102. doi:10.1080/03093640701838190.
75. Resnik, Linda, Laurel Adams, Matthew Borgia, Jemy Delikat, Roxanne Disla, Christopher Ebner, and Lisa Smurr Walters. "Development and Evaluation of the Activities Measure for Upper Limb Amputees." *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation* 94, no. 3 (2013). doi:10.1016/j.apmr.2012.10.004.
76. Resnik L, Baxter K, Borgia M, Mathewson K. Is the UNB test reliable and valid for use with adults with upper limb amputation? *J Hand Ther*. 2013 Oct-Dec;26(4):353-359.
77. Resnik, L., K. Baxter, M. Borgia, and K. Mathewson. "Is the UNB test reliable and valid for use with adults with upper limb amputation? ." *J Hand Ther* 26, no. 4 (2013): 353-59.
78. Resnik, L., M. R. Meucci, and S. Lieberman-Klinger. "Advanced upper limb prosthetic devices: implications for upper limb prosthetic rehabilitation." *Arch Phys Med Rehabil* 93 (2012): 710-17.
79. Rider, B., and C. Lindern. "Comparison of standardized and non-standardized administration of the Jebsen Hand Function Test." *J Hand Ther*, no. 2 (1988): 121-23.
80. Safaz, I., B. Yilmaz, A. S. Goktepe, and K. Yazicioglu. "Turkish Version of The Amputee Body Image Scale and Relationship with Quality of Life." *Klinik Psikofarmakoloji Bülteni* 20 (2010): 79-83.
81. Sanderson, E.R. and R.N. Scott. *UNB test of prosthetic function: a test for unilateral upper extremity amputees, ages 2-13*. Fredricton, New Brunswick, Canada: Bio-Engineering Institute, University of New Brunswick; 1985. www.unb.ca/biomed/unb_test_of_prosthetics_function.pdf. Accessed October 7, 2012.
82. Simon, A., B. Lock, and K. Stubblefield. "Patient training for functional use of pattern recognition-controlled prosthesis." *J Prosthet Orthot* 24, no. 2 (2012): 56-64.
83. Spaargaren, Els, Jasmyan Ahmed, Willem J.r. Van Ouwerkerk, Vincent De Groot, and Heleen Beckerman. "Aspects of activities and participation of 7–8 year-old children with an obstetric brachial plexus injury." *European Journal of Paediatric Neurology* 15, no. 4 (2011): 345-52. doi:10.1016/j.ejpn.2011.03.008.
84. Steenbeek, D., and M. Ketelaar. "Goal attainment scaling in paediatric rehabilitation: a critical review of the literature." *Dev Med Child Neurol* 49 (2007): 550-56.
85. Stratford, P., and C. Gill. "Assessing disability and change in individual patients: a report of a patient specific measure." *Physiother Can* 47 (1995): 258.
86. Taylor, N., and P. L. Sand. Evaluation of hand function in children. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation* 54, no. 3 (1973): 129-35.
87. Dijk-Koot, C. A., Van, Van der Ham, Inez et al. Current experiences with the prosthetic upper extremity functional index in follow-up of children with upper limb reduction deficiency. *J Prosthet Orthot* 21 (2009): 110-14.

88. Vandervelde, L., P. Y. K. Van Den Bergh, M. Penta, and J. L. Thonnard. "Validation of the ABILHAND questionnaire to measure manual ability in children and adults with neuromuscular disorders." *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry* 81, no. 5 (2009): 506-12. doi:10.1136/jnnp.2009.177055.
89. Varni, James W., Michael Seid, and Paul S. Kurtin. "PedsQL™ 4.0: Reliability and Validity of the Pediatric Quality of Life Inventory™ Version 4.0 Generic Core Scales in Healthy and Patient Populations." *Medical Care* 39, no. 8 (2001): 800-12. doi:10.1097/00005650-200108000-00006.
90. Walker, S., and R. Roser. *Quality of life assessment*. Kluwer academic publishers, 1993.
91. Ware, J., and C. Sherbourne. "The MOS 36-item short-form health survey (SF-36)." *Medical Care* 30 (1992): 473-83.
92. Ware, John E., Kristin K. Snow, Mark Kosinski, and Barbara Gandek. *SF-36 health survey: manual and interpretation guide*. Boston, MA: Health Institute, New England Medical Center, 1993.
93. Ware, J. E. "Improvements in short-form measures of health status: Introduction to a series." *J Clin Epidemiol* 61 (2008): 1-5.
94. *ICIDH-2: International Classification of Functioning, Disability, and Health (ICIDH)*. Geneva, Switzerland: World Health Organization; 2001.
95. Wright, F. Virginia, Sheila Hubbard, Stephen Naumann, and Jeffrey Jutai. "Evaluation of the validity of the prosthetic upper extremity functional index for children." *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation* 84, no. 4 (2003): 518-27. doi:10.1053/ampr.2003.50127.
96. Wright, F. Virginia. "Measurement of Functional Outcome With Individuals Who Use Upper Extremity Prosthetic Devices: Current and Future Directions." *JPO Journal of Prosthetics and Orthotics* 18, no. 2 (2006): 46-56. doi:10.1097/00008526-200604000-00006.
97. Wright, F. Virginia, Sheila Hubbard, Jeffrey Jutai, and Stephen Naumann. "The prosthetic upper extremity functional index: Development and reliability testing of a new functional status questionnaire for children who use upper extremity prostheses." *Journal of Hand Therapy* 14, no. 2 (2001): 91-104. doi:10.1016/s0894-1130(01)80039-9.
98. Wright, V. "Evidence Note Upper-Limb Prosthetic Outcome Measures." *Academy Today Advancing Orthotic and Prosthetic Care Through Knowledge* 9, no. 1 (2013).
99. Wright, Virginia. "Prosthetic Outcome Measures for Use With Upper Limb Amputees: A Systematic Review of the Peer-Reviewed Literature, 1970 to 2009." *JPO Journal of Prosthetics and Orthotics* 21, no. Supplement (2009). doi:10.1097/jpo.0b013e3181ae9637.
100. Ziegler-Graham, K., E. J. MacKenzie, and P. L. Ephraim. "Estimating the prevalence of limb loss in the United States: 2005 to 2050." *Arch Phys Med Rehabil* 89 (2008): 422-29.