



ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΥΓΕΙΑΣ

ΤΜΗΜΑ ΦΥΣΙΚΟΘΕΡΑΠΕΙΑΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**ΒΙΟΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ –
ΠΡΟΣΘΕΤΙΚΗ & ΕΦΑΡΜΟΓΗ
ΣΤΗ ΦΥΣΙΚΟΘΕΡΑΠΕΙΑ**

ΓΙΑΤΣΙΔΗΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ

ΕΠΟΠΤΕΥΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: κ. ΚΟΥΤΣΟΓΙΑΝΝΗΣ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ

ΑΙΓΙΟ – 2021

**BIOTECHNOLOGY –
PROSTHETICS AND
APPLICATIONS IN
PHYSIOTHERAPY**

Ευχαριστίες:

Η παρούσα πτυχιακή εργασία εκπονήθηκε το διάστημα μεταξύ Ιανουαρίου 2021 και Μαΐου 2021 στα πλαίσια του προπτυχιακού προγράμματος στη Φυσικοθεραπεία της σχολής αποκατάστασης επιστημών και υγείας του Πανεπιστημίου Πατρών. Ως την ελάχιστη δυνατή μνεία, με τη παρούσα παράγραφο οφείλω να ευχαριστήσω όλους όσους συνέβαλαν στην εκπόνηση της και ιδιαίτερα:

Τον επιβλέποντα καθηγητή μου, κύριο Κωνσταντίνο Κουτσογιάννη, για τη πολύτιμη υποστήριξή του, τις παραγωγικές υποδείξεις του και το εξαιρετικό κλίμα συνεργασίας, που διαμόρφωσε, συμβάλλοντας τα μέγιστα για την κατάρτιση της πτυχιακής μου εργασίας.

Τον κύριο Ευάγγελο Ντομπρόζη για τη συνεχή ψυχολογική υποστήριξη, τον κύριο Mauro Sabellico για τη πολύτιμη και ουσιαστική συμπαράσταση και την κυρία Clara Noblet για τα πεποιθήθη της ότι πιστεύει σε εμένα και στους στόχους μου.

Τέλος, ευχαριστίες απευθύνω στην οικογένεια μου για όλη τη συνεχή στήριξη που είχα ακόμα και στις πρωτόγνωρες μέρες που βίωσε η ανθρωπότητα.

Περίληψη:

Στη παρούσα εργασία θα αναφερθούν οι εφαρμογές της Βιοτεχνολογίας στον ιατρικό και φυσιοθεραπευτικό τομέα, θα γίνει αναφορά στη Προσθητική και Ορθωτική και στις φυσιοθεραπευτικές παρεμβάσεις των δυο αυτών τομέων. Θα αναφερθεί ο όρος του Cyborg, η αναισθησία, ο ακρωτηριασμός και τα στάδια χειρουργικής αποκατάστασης. Θα υπάρξουν αναφορές στους τύπους προθέσεων, τα χαρακτηριστικά της θήκης και του κολοβώματος. Ακόμα, θα αναφερθεί ο ρόλος τού Φυσικοθεραπευτή στην αντιμετώπιση του πόνου ακρωτηριασμένων μελών, του πόνου φάντασμα και οι ασκήσεις που πρέπει να ακολουθήσουν οι ασθενείς. Τέλος θα γίνει αναφορά στην οστεοενσωμάτωση και τα πλεονεκτήματά της, όπως και την εφαρμογή της προσθητικής σε ειδικούς πληθυσμούς, όπως τα παιδιά.

Σκοπός της παρούσας εργασίας, είναι η αναζήτηση μελετών και άρθρων που σχετίζονται με τη σύγχρονη τεχνολογία και την αποκατάσταση ακρωτηριασμών με τη συμβολή της φυσικοθεραπείας και της Βιοτεχνολογίας. Επίσης, να επισημανθούν τα θετικά ευρήματα της εξέλιξης στον τομέα της προσθητικής ενημερώνοντας τους φυσικοθεραπευτές για τις εξελίξεις στο χώρο της προσθητικής, με απώτερο σκοπό να προσφέρουν υψηλότερου επιπέδου υπηρεσίες στους ασθενείς.

Ως βάση δεδομένων αναζήτησης αρθρογραφίας, θα χρησιμοποιηθούν βιβλία ιατρικού, επιστημονικού και φυσιοθεραπευτικού περιεχομένου, όπως και μηχανές αναζήτησης με τα κατάλληλα κριτήρια επιστημονικής εγκυρότητας και αξιοπιστίας.

Λέξεις – κλειδιά : Βιοτεχνολογία (Biotechnology), Προσθητική (Prosthetics), Cyborg,, Κόκκινη Βιοτεχνολογία (Red Biotechnology), Αποκατάσταση (Rehabilitation), Ακρωτηριασμός (Amputation), αναισθησία (anaesthesia), Osseointegration (Οστοενσωμάτωση)

Table of Contents

<i>Ευχαριστίες:</i>	3
<i>Περίληψη:</i>	4
<i>Εισαγωγή:</i>	8
1. ΚΕΦΑΛΑΙΟ – ΒΙΟΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ	10
1.1 <i>Τι είναι η Βιοτεχνολογία</i>	10
1.3 <i>Εφαρμογές της Βιοτεχνολογίας στη Φυσικοθεραπεία</i>	13
1.3.1 <i>Φυσικά Μέσα</i>	13
1.3.2 <i>Θεραπεία μέσω χειρός vs Ρομποτικές συσκευές</i>	14
2. ΚΕΦΑΛΑΙΟ – ΠΡΟΣΘΕΤΙΚΗ	15
2.1 <i>Τι είναι η πρόθεση</i>	15
2.2 <i>Τύποι Προθέσεων:</i>	16
2.3 <i>Ιστορία των προθέσεων και εξέλιξη</i>	17
3. <i>Όρθωση</i>	19
4. <i>Αναισθησία</i>	21
5. <i>Cyborg</i>	22
5.1 <i>Cyborg Ethics</i>	23
5.2 <i>Πλεονεκτήματα vs Μειονεκτήματα</i>	24
6. <i>Ακρωτηριασμός</i>	26
6.1 <i>4 Στάδια Αποκατάστασης Ακρωτηριασμού</i>	26
6.1.1 <i>Προεγχειρητικό Στάδιο</i>	27
6.1.2 <i>Πρώιμο Μετεγχειρητικό Στάδιο</i>	27
6.1.3 <i>Απώτερο Μετεγχειρητικό Στάδιο</i>	28
6.1.4 <i>Προθετικό Στάδιο</i>	30
7. <i>Προθέσεις άνω άκρων</i>	31
7.1.1 <i>Κοσμητικές Προθέσεις</i>	31
7.1.2 <i>Μηχανικές Προθέσεις</i>	32
7.1.3 <i>Μυοηλεκτρικές προθέσεις</i>	33
7.1.4 <i>Υβριδικές Προθέσεις</i>	33
8. <i>Προθέσεις κάτω άκρων</i>	34
8.1 <i>Μηχανισμός Αστραγάλου-Άκρου Ποδός</i>	35
8.1.1 <i>Μη αρθρωτό</i>	36
8.1.2 <i>Αρθρωτό μονοαξονικό</i>	36

8.1.3	<i>Αρθρωτό πολυαξονικό.....</i>	<i>37</i>
8.1.4	<i>Ελαστικό σκαρί.....</i>	<i>37</i>
8.1.5	<i>Δυναμικό ή ενεργειακής επιστροφής.....</i>	<i>38</i>
8.1.6	<i>Διατάξεις Απορρόφησης Κραδασμών.....</i>	<i>39</i>
9.	<i>Μηχανισμός Γονάτου.....</i>	<i>40</i>
9.1	<i>Το ευφρές προσθετικό πόδι.....</i>	<i>40</i>
9.2	<i>The Lin ‘Auto-Pilot’ Intelligent Knee.....</i>	<i>42</i>
10.	<i>Θήκη και κολόβωμα.....</i>	<i>43</i>
10.1	<i>Χαρακτηριστικά ιδανικού κολοβώματος.....</i>	<i>43</i>
10.2	<i>Χαρακτηριστικά Θήκης.....</i>	<i>43</i>
10.3	<i>Συγκράτηση Θήκης.....</i>	<i>45</i>
11.	<i>Ρόλος Φυσικοθεραπευτή.....</i>	<i>47</i>
11.1	<i>Αντικατάσταση και Φυσιοθεραπευτική αποκατάσταση.....</i>	<i>47</i>
11.2	<i>Ρόλος του Φυσικοθεραπευτή στην αποκατάσταση μετά από ακρωτηριασμό Κάτω Άκρων:.....</i>	<i>47</i>
11.3	<i>Ασκήσεις κάτω άκρων.....</i>	<i>48</i>
11.4	<i>Ασκήσεις κορμού και άνω άκρα:.....</i>	<i>49</i>
12.	<i>Αντιμετώπιση πόνου ακρωτηριασμένων μελών.....</i>	<i>50</i>
13.	<i>Πόνος Φάντασμα.....</i>	<i>51</i>
14.	<i>Ρομποτική στην αποκατάσταση.....</i>	<i>53</i>
14.1	<i>Ρομποτικές Ορθώσεις Κάτω Άκρων.....</i>	<i>54</i>
14.2	<i>Ρομποτικές Προθέσεις Κάτω Άκρων.....</i>	<i>54</i>
15.	<i>Παιδιά.....</i>	<i>55</i>
15.1	<i>Αιτίες Ακρωτηριασμού Παιδιών.....</i>	<i>57</i>
15.2	<i>Γενικές αρχές στα παιδιά.....</i>	<i>58</i>
16.	<i>Οστεοενσωμάτωση.....</i>	<i>59</i>
16.1	<i>Πλεονεκτήματα οστεοενσωμάτωσης.....</i>	<i>60</i>
16.2	<i>Πλάνο θεραπείας / αποκατάστασης.....</i>	<i>61</i>
	<i>Βιβλιογραφία:.....</i>	<i>62</i>

Figure 1 Σύγκριση μεγέθους των νανοϋλικών.....	11
Figure 2 Σύγκριση παραδοσιακής προσέγγισης στην δημιουργία προθετικού μαλακού ιστού με την 3D εκτύπωση.	12
Figure 3 Ανακούφιση πόνου με την εφαρμογή T.E.N.S.	13
Figure 4 Σφαιρική εικόνα του "ηλεκτρονικού" δέρματος (e-skin) , εξαρτήματα και τεχνολογικές απαιτήσεις.	16
Figure 5 Το "Le Petit Lorrain",	18
Figure 6 Ο Neil Harbinson και ο Jesse Sullivan.....	23
Figure 7 Ελαστική περιέδση σε ακρωτηριασμό κάτω από τον ώμο.....	28
Figure 8 A: Κοσμητικές B: Μηχανικές Γ: Μυοηλεκτρικές Δ: Υβριδικές.....	31
Figure 9 Ευφυή άκρο (HIP) από την Motech που δουλεύει με μαγνητορρολογικό υγρό.	34
Figure 10 Προηγμένες προθέσεις άκρου πόδα.	35
Figure 11 A: Το EBS-PRO-Knee από OttoBock B: Το Total knee 2100 από Ossur C: Το Endolite ESK+	40
Figure 12.1 Το C-Leg 4 από Otto Bock. Figure 13 Auto - Pilot knee A-TGK-5PSOIC.....	41
Figure 14 Θήκη άνω άκρων.	45
Figure 15 Θεραπεία καθρέφτη σε ακρωτηριασμένο στρατιώτη στις Ειδικές Δυνάμεις Αμερικής.	52
Figure 16 Lokomat.....	53
Figure 17 Νεαρός με προσθετικά μέλη από τον αγαπημένο του καλλιτέχνη Eminem.	56
Figure 18 A: Ο πρώτος ασθενής το 1990 με οστεοενσωμάτωση. B,C: Περιλαίμια της εποχής D: Ο βασικός σχεδιασμός των εμφυτευμάτων.	59

Εισαγωγή:

Οι τομείς της βιοτεχνολογίας και της φυσικοθεραπείας αναπτύσσονται συνεχώς. Οι πιο σύγχρονες τεχνικές και εφαρμογές στην προσθετική απαιτούν από την ιατρική ομάδα να ενημερώνεται συνεχώς, έτσι ώστε να μπορεί να παρέχει τις υπηρεσίες της σε ασθενείς που αναζητούν την επιστροφή στη καθημερινότητα τους με σύγχρονα μέσα και το λιγότερο δυνατό κόπο.

Η πρόοδος της βιοτεχνολογίας προσφέρει οδηγίες στους φυσιοθεραπευτές τη γνώση για το πως να αυξήσουν, και να αξιολογήσουν τη φροντίδα που παρέχουν στους ασθενείς και στους πελάτες τους. Όλο και περισσότερο, οι διαθέσιμες τεχνολογίες προκαλούν τους θεραπευτές να εξετάσουν πώς ή και γιατί αυτές οι τεχνολογίες θα μπορούσαν να διευκολύνουν, να εμποδίσουν ή να αντικαταστήσουν τις πιο συμβατικές μεθόδους. Οι φυσιοθεραπευτές με τη πρόοδο αυτή βρίσκονται σε θέση να απαντούν ερωτήματα από ασθενείς και τις οικογένειές τους που αναζητούν καθοδήγηση σχετικά με το αν αυτές οι τεχνολογίες θα μπορούσαν να είναι ασφαλείς για τη χρήση τους, αλλά και τη φυσιολογία των εφαρμογών.

Η πρόθεση είναι μια τεχνητή συσκευή που αντικαθιστά ένα τμήμα του σώματος που λείπει, το οποίο χάθηκε μέσω τραύματος, ασθένειας ή μιας κατάστασης που υπήρξε κατά τη γέννηση (συγγενής διαταραχή). Οι προθέσεις προορίζονται για να αποκαταστήσουν τις κανονικές λειτουργίες του ελλείποντος μέρους του σώματος. Η αποκατάσταση των ακρωτηριασμένων συντονίζεται πρώτιστα από έναν φυσίατρο ως τμήμα μιας διεπιστημονικής ομάδας που αποτελείται επιπλέον από τους φυσικοθεραπευτές, τους προσθετικούς, τις νοσοκόμες και τους εργοθεραπευτές

Η προετοιμασία πριν τον ακρωτηριασμό είναι πολύ σημαντική στην προσθετική αποκατάσταση και θα εγγυηθεί καλύτερα αποτελέσματα μέσω της προσέγγισης του χειρουργού προς τον ακρωτηριασμό. Η προετοιμασία του ασθενούς σχετικά με το τι βρίσκεται μπροστά είναι επίσης εξίσου σημαντική. Ο ασθενής/η οικογένειά του μπορεί να μην γνωρίζουν τις σύγχρονες προσθετικές επιλογές και τα αποτελέσματα που μπορούν να επιτευχθούν, οπότε μια σαφής ενημέρωση μπορεί να βοηθήσει στην καλύτερη κατανόηση της προσπάθειας επανένταξης του ασθενή στη καθημερινή του ζωή.

Η ιστορία των προθέσεων είναι εξαιρετικά ενδιαφέρουσα και συχνά συνυφασμένη με την ιστορία του πολέμου και των χειρουργικών επεμβάσεων. Κατά τη διάρκεια του Μεσαίωνα οι προθέσεις για μάχη και απόκρυψη της παραμόρφωσης ήταν βαριές, ακατέργαστες συσκευές από διαθέσιμα υλικά της εποχής όπως ξύλο, μέταλλο και δέρμα. Κατά το πέρασμα των αιώνων, οι άνθρωποι έχουν καταφύγει σε ποικίλες μεθόδους και μέσα για να απαλλαγούν από το αίσθημα του πόνου. Η χρήση αιθέρα ή χλωροφορμίου για αναισθησία, χρήση βρωμίου για την πρόληψη της γάγγραινας, επέτρεπε μόνο σε έμπειρους χειρουργούς να εκτελούν ακρωτηριασμούς. Αυτές και πολλές άλλες τεχνικές προσέφεραν μειωμένη θνησιμότητα κατά τη διάρκεια ή μετέπειτα των χειρουργικών επεμβάσεων.

Η επιλογή του επιπέδου ακρωτηριασμού γινόταν μέσω αρκετών κριτηρίων αξιολόγησης για να βοηθήσει τους χειρουργούς να λάβουν απόφαση της διάσωσης ή ακρωτηριασμού. Ωστόσο, όσοι επέζησαν, πολλοί από τους οποίους ακρωτηριάστηκαν, έπρεπε να

αποκατασταθούν. Οι προφανείς αρχές περιλάμβαναν: Διατήρηση όσο το δυνατόν περισσότερων αρθρώσεων και διατήρηση του μέγιστου δυνατού μήκος των οστών.

Τα cyborgs ορίζονται ως άνθρωποι που ενσωματώνουν τεχνικά στοιχεία στο σώμα τους για να βελτιώσουν τις ικανότητές τους έναντι των έμφυτων. (Warwick, 2014).

Η παροχή προσθετικής υπηρεσίας βρίσκεται σε πολύ ενδιαφέρουσα στιγμή στην ιστορία. Νέα, σύγχρονα υλικά και τεχνικές είναι διαθέσιμες, αλλά έμπειροι, ώριμοι κλινικοί για την εφαρμογή τους είναι σπάνιοι. Από την απόφαση του ακρωτηριασμού μέχρι την επιλογή κατάλληλης πρόθεσης, η απόφαση είναι σημαντική με πολλά να διακυβεύονται. Συχνά, οι ασθενείς και οι οικογένειες βρίσκονται σε ευάλωτη συναισθηματική και οικονομική κατάσταση σε αυτό το στάδιο. Η σωστή κατεύθυνση από τη χειρουργική ομάδα μπορεί να βοηθήσει τον ασθενή και τις οικογένειες να επιλέξουν τον σωστό πάροχο υπηρεσιών και, τελικά, να αποκατασταθούν και να ενσωματωθούν πλήρως στην κοινωνία.

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι να μελετήσει τις αναφορές που υπάρχουν σε μελέτες, άρθρα, βιβλιογραφίες, επιστημονικές ηλεκτρονικές βάσεις δεδομένων, για το θέμα της Βιοτεχνολογίας και Προσθετικής με εφαρμογές στην Φυσικοθεραπείας. Μέσω αυτής της καταγραφής και των δεδομένων που θα προκύψουν, ο φυσικοθεραπευτής και το ιατρικό επιτελείο θα ενημερωθεί για τις σύγχρονες εφαρμογές στον τομέα της προσθετικής αλλά και για την ιστορία της εξέλιξης της Βιοτεχνολογίας μέχρι και σήμερα. Θα μπορεί να έχει στοιχεία που θα καθοδηγήσουν στο να κρίνει τη σημαντικότητα της διαχείρισης ειδικού πληθυσμού αλλά και στον εκσυγχρονισμό των γνώσεων του ώστε να μπορεί να προσφέρει πάντα υψηλού επιπέδου θεραπείες στους ασθενείς.

1. ΚΕΦΑΛΑΙΟ – ΒΙΟΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ

1.1 Τι είναι η Βιοτεχνολογία

Η λέξη Βιοτεχνολογία προέρχεται από τη λέξη βίος που σημαίνει ζωή και τη λέξη τεχνολογία που προέρχεται από τις λέξεις τέχνη και λόγος. Η ζωή είναι η γενική κατάσταση που διαφοροποιεί τα ενόργανα όντα από τα άψυχα αντικείμενα και τους νεκρούς οργανισμούς και η τεχνολογία ορίζεται ως το σύνολο των τεχνικών, δεξιοτήτων, μεθόδων και των διαδικασιών που αξιοποιούνται και χρησιμοποιούνται κατά την παραγωγή αγαθών, προϊόντων ή υπηρεσιών, ή για την επίτευξη βασικών στόχων κατά την επιστημονική έρευνα.

Βιοτεχνολογία χαρακτηρίζεται η τεχνολογία των βιολογικών διεργασιών με χρήση οργανισμών, μερών και προϊόντων επεξεργασιών τους όπως ένζυμα, δευτερογενείς μεταβολίτες και αντισώματα, για την παραγωγή χρήσιμων ή εμπορικά αξιοποιήσιμων προϊόντων και για την παροχή υπηρεσιών προς όφελος του ανθρώπου.

Η Βιοτεχνολογία είναι ένας διεπιστημονικός τομέας της μηχανικής, της φυσικής, της χημείας και της βιολογίας. Η σημερινή εποχή της Βιοτεχνολογίας έχει φτάσει σε ένα στάδιο αντιμετώπισης δολοφονικών ασθενειών όπως ο καρκίνος, ο ιός HIV, και διαταραχών όπως ο διαβήτης, οι καρδιακές παθήσεις και ακόμη την αντιμετώπιση κληρονομικών νόσων σε γενετικό επίπεδο. Η ανασκόπηση αυτή δίνει έμφαση στις εφαρμογές της Βιοτεχνολογίας στον τομέα της ιατρικής και στη βασική ανάπτυξη της νανοϊατρικής.

Η κόκκινη βιοτεχνολογία αποτελεί υποσύνολο της βιοτεχνολογίας μαζί με την μπλε, πράσινη και λευκή βιοτεχνολογία. Η ιατρική βιοτεχνολογία χρησιμοποιεί ζωντανούς οργανισμούς ή βιολογικά μόρια για την ανάπτυξη νέων τεχνολογιών ή προϊόντων που είναι ευεργετικά για την υγεία και τον άνθρωπο. Έτσι, αυτό καθιστά την εφαρμογή της βιοτεχνολογίας για τη διάγνωση, την πρόληψη και τη θεραπεία ασθενειών και διαταραχών ως Κόκκινη Βιοτεχνολογία.

1.2 Εφαρμογές της κόκκινης Βιοτεχνολογίας

Η κόκκινη βιοτεχνολογία είναι φουτουριστική από όλες τις απόψεις. Ο 20ος αιώνας ήταν η χρυσή εποχή της κόκκινης βιοτεχνολογίας, με πολλές ανακαλύψεις. Σήμερα, οι διαγονιδιακή τεχνολογία χρησιμοποιείται ευρέως για την αύξηση της παραγωγής. Με περισσότερη έρευνα σε διάφορες εφαρμογές της κόκκινης βιοτεχνολογίας, η ιατρική θα είναι πολύ πιο εύκολη και η διάρκεια ζωής μεγαλύτερη. Η κόκκινη βιοτεχνολογία εξελίχθηκε γρήγορα και προχώρησε πολύ σε λιγότερο από έναν αιώνα, που είναι ένα σύντομο χρονικό διάστημα για την ιστορία της ανθρωπότητας. Ως εκ τούτου, η κόκκινη βιοτεχνολογία είναι η απόδειξη ότι ο άνθρωπος είναι ικανός να κάνει περισσότερα με την έρευνα.

- 1.2.1 Η νανοτεχνολογία έχει κάνει μια επανάσταση στον ιατρικό τομέα. Σε κάθε νέα ιατρική ανακάλυψη, οι παρενέργειες στο σώμα είναι μεγάλο εμπόδιο για την έγκρισή της. Η περίπτωση είναι διαφορετική με τη νανο-ιατρική, καθώς λειτουργεί σε κυτταρικό επίπεδο. Εφαρμόζεται στον τομέα της θεραπείας, της διάγνωσης και της παρακολούθησης χρόνιων ιατρικών περιπτώσεων.

Η νανοϊατρική είναι η ιατρική εφαρμογή της νανοτεχνολογίας. Η νανοϊατρική κυμαίνεται από τις ιατρικές εφαρμογές των νανοϋλικών και των βιολογικών συσκευών, έως τους νανοηλεκτρονικούς βιοαισθητήρες με τη βοήθεια της νανο-ρομποτικής.

Η νανο-ρομποτική μπορεί να προσφέρει συσκευές, που υπάρχουν στο σώμα για συνεχή παρακολούθηση των λειτουργιών του σώματος αλλά και που μπορούν να αποκτήσουν τα δεδομένα του ασθενούς, για τη βελτίωση της αποτελεσματικότητας της θεραπείας και την έγκαιρη διάγνωση άλλων πιθανών σοβαρών ασθενειών. Επιπλέον, επιτρέπουν βιοιατρικές παρεμβάσεις με μικρές χειρουργικές επεμβάσεις.

Οι λειτουργίες μπορούν να εφαρμοστούν στα νανοϋλικά συνδέοντας τα με βιολογικά μόρια ή δομές. Το μέγεθος των νανοϋλικών είναι παρόμοιο με αυτό των περισσότερων βιολογικών μορίων και δομών. Ως εκ τούτου, τα νανοϋλικά μπορεί να είναι χρήσιμα τόσο για τις εφαρμογές όσο και για βιοϊατρική έρευνα. Μέχρι στιγμής, η ενσωμάτωση των νανοϋλικών με τη βιολογία έχει οδηγήσει στην ανάπτυξη διαγνωστικών συσκευών, αναλυτικών εργαλείων, εφαρμογών φυσικοθεραπείας και τεχνολογίες χορήγησης φαρμάκων.

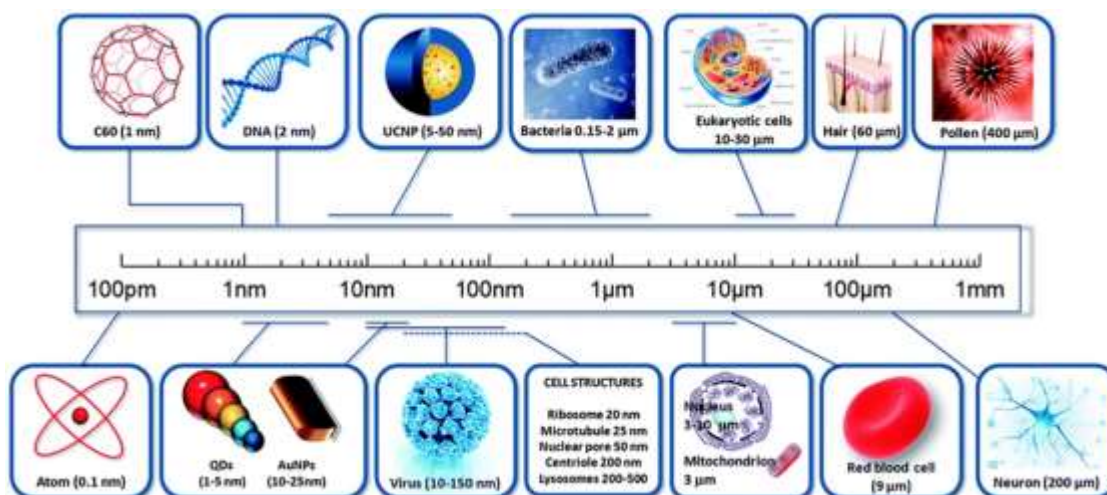


Figure 1 Σύγκριση μεγέθους των νανοϋλικών. (*A comparison of sizes of nanomaterial. (Bayda, S., Adeel, M., Tuccinardi, T., Cordani, M., & Rizzolio, F. (2019). The History of Nanoscience and Nanotechnology: From Chemical–Physical Applications to Nanomedicine. Molecules*)

1.2.2 Η τεχνολογία χορήγησης φαρμάκων προσφέρει τον εκτενή έλεγχο για τη παράδοση των ουσιών, τη δόση, και τα χαρακτηριστικά απελευθέρωσης φαρμάκων. Όχι μόνο παραδίδει σε συγκεκριμένα κύτταρα, αλλά επιτρέπει την είσοδο του στο κυτταρικό τοίχωμα για φάρμακα που χρειάζονται ενδοκυτταρική παράδοση για τη βιοδραστηριότητά τους. Οι τεχνολογίες χορήγησης φαρμάκων τροποποιούν το προφίλ απελευθέρωσης φαρμάκων, την απορρόφηση, τη διανομή και την εξάλειψη για την καλύτερη αποτελεσματικότητα και ασφάλεια του προϊόντος.

1.2.3 Η 3D Βιοεκτύπωση είναι μια επαναστατική τεχνολογία που μπορεί να παράγει βιο-τεχνητά όργανα αντιγράφοντας τα φυσικά αντίστοιχά τους χρησιμοποιώντας ετερογενείς τύπους βλαστοκυττάρων και άλλα βιοϋλικά. Όλοι οι τύποι βιοεκτύπωσης απαιτούν έναν εκτυπωτή 3D, ένα αρχείο μοντέλου 3D, το βιοίγκ που αποτελείται από βιοϋλικά, βιοδραστικά συστατικά και κύτταρα, και τη πλατφόρμα εκτύπωσης. Η τεχνική έχει ήδη εφαρμοστεί στην εκτύπωση του δέρματος, των καρδιακών και σκελετικών μυών και του χόνδρου και του οστικού ιστού. Μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί για τη δημιουργία διαφορετικών καλλιιεργειών ιστών για ερευνητικούς σκοπούς.

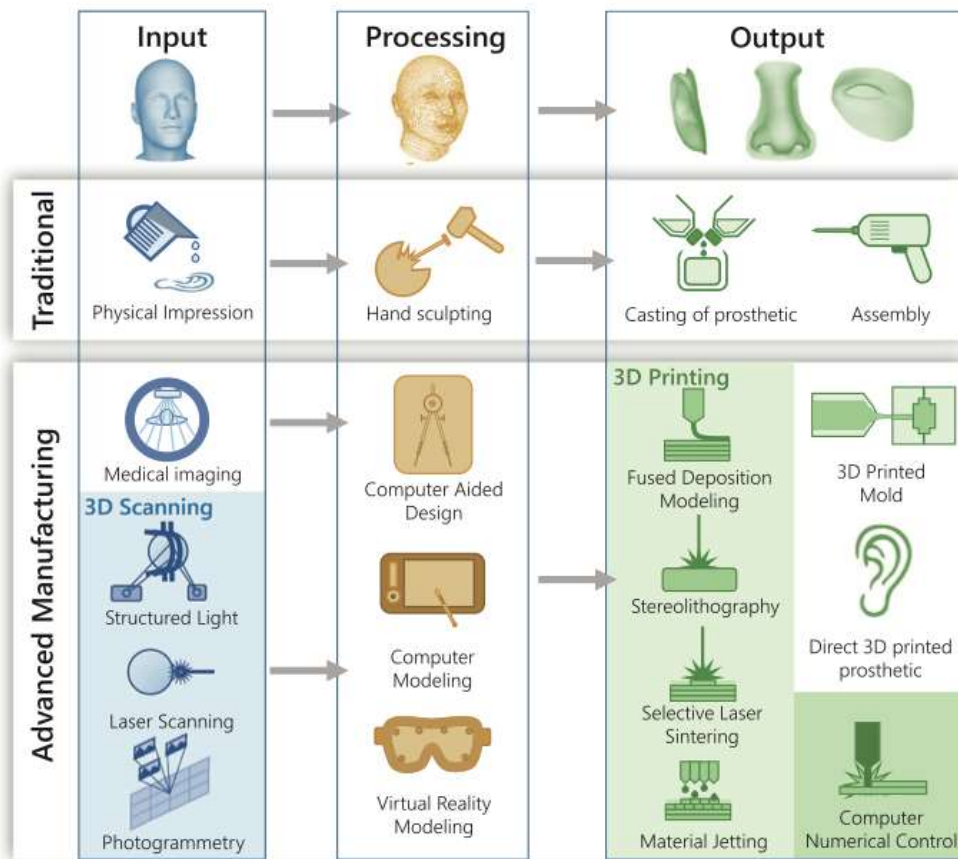


Figure 2 Σύγκριση παραδοσιακής προσέγγισης στην δημιουργία προθετικού μαλακού ιστού με την 3D εκτύπωση. (Yang, J. C., Mun, J., Kwon, S. Y., Park, S., Bao, Z., & Park, S. (2019). *Electronic Skin: Recent Progress and Future Prospects for Skin-Attachable Devices for Health Monitoring, Robotics, and Prosthetics. Advanced Materials*)

1.3 Εφαρμογές της Βιοτεχνολογίας στη Φυσικοθεραπεία

Η πρόοδος της βιοτεχνολογίας προσφέρει οδηγίες στους φυσιοθεραπευτές τη γνώση για το πως να αυξήσουν, και να αξιολογήσουν τη φροντίδα που παρέχουν στους ασθενείς και στους πελάτες τους. Όλο και περισσότερο, οι διαθέσιμες τεχνολογίες προκαλούν τους θεραπευτές να εξετάσουν πώς ή και γιατί αυτές οι τεχνολογίες θα μπορούσαν να διευκολύνουν, να εμποδίσουν ή να αντικαταστήσουν τις πιο συμβατικές μεθόδους. Οι φυσικοθεραπευτές με τη πρόοδο αυτή βρίσκονται σε θέση να απαντούν ερωτήματα από ασθενείς και τις οικογένειές τους που αναζητούν καθοδήγηση σχετικά με το αν αυτές οι τεχνολογίες θα μπορούσαν να είναι ασφαλείς για τη χρήση τους, αλλά και τη φυσιολογία των εφαρμογών.

1.3.1 Φυσικά Μέσα

Τα φυσικά μέσα όπως η ηλεκτροθεραπεία, διαθερμία, υπέρηχος, T.E.N.S, θερμά και ψυχρά επιθέματα αποτελούν αναπόσπαστο κομμάτι της φυσικοθεραπείας και χρησιμοποιούνται σε πληθώρα μυοσκελετικών παθήσεων και αθλητικών κακώσεων. Η πρόοδος της τεχνολογίας συνέβαλε στο να υπάρχει ένας μηχανικός εξοπλισμός που συνεχώς εξελίσσεται και βελτιώνεται, ο οποίος μπορεί να χειρίζεται από το φυσικοθεραπευτή με σκοπό την επιτάχυνση της διαδικασίας της επούλωσης των ιστών.

Ενδεικτικά θεραπευτικά αποτελέσματα της χρήσης φυσικών μέσων είναι:

- Αναλγητική-πασίπονη δράση
- Αντιφλεγμονώδης δράση
- Μείωση των μυϊκών σπασμών
- Βελτίωση της αιματικής ροής στην πάσχουσα περιοχή
- Μείωση του οιδήματος
- Πρόληψη της μυϊκής ατροφίας

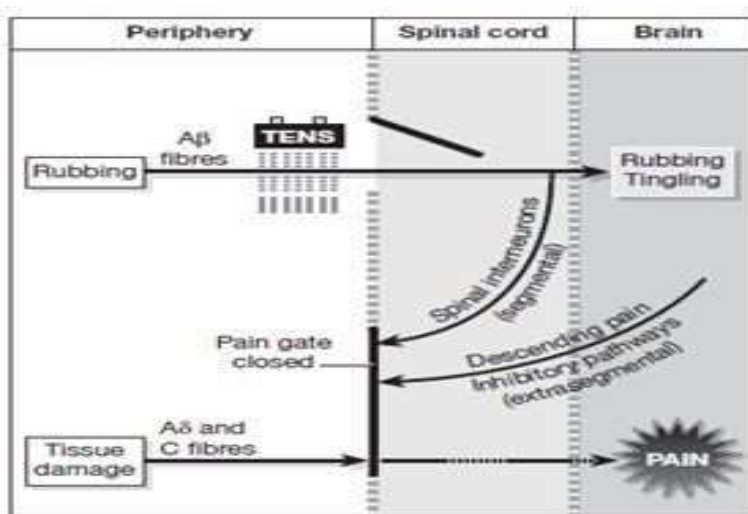


Figure 3 Ανακούφιση πόνου με την εφαρμογή T.E.N.S. (Esquenazi, A. (2004). *Amputation rehabilitation and prosthetic restoration. From surgery to community reintegration. Disability and Rehabilitation*), 831–836)

1.3.2 Θεραπεία μέσω χειρός vs Ρομποτικές συσκευές

Η θεραπεία ορίζεται ως ο χειρισμός, η διαταραχή και / ή η καταστροφή του βιολογικού ιστού με στόχο τη διόρθωση μιας ανεπάρκειας ή ασθένειας. Με αυτό κατά νου, τα θεραπευτικά συστήματα συμβάλλουν σε πολλές πτυχές της θεραπείας. Ωστόσο, η αναδυόμενη τάση είναι τα θεραπευτικά συστήματα να αντιμετωπίζουν όλες τις πτυχές της θεραπείας με ολοκληρωμένο τρόπο. Κάθε θεραπευτής μπορεί να θεραπεύσει μόνο ένα άτομο κάθε φορά, με χαμηλή αναλογία αποτελεσματικότητας / κόστους. Σε αυτό το πλαίσιο, οι ρομποτικές συσκευές φαίνεται να είναι κατάλληλες για εφαρμογή υπό ορισμένες προϋποθέσεις και μεθόδους, επιτρέποντάς:

- να εφαρμόζουν μεμονωμένα το πρωτόκολλο αποκατάστασης με τη δέουσα ακρίβεια, αναπαραγωγή και ευσυνειδησία σε συγκεκριμένες θεραπείες
- την προσαρμογή θεραπείας σε άλλους ασθενείς με απλό χειρισμό των συσκευών
- την εφαρμογή με μειωμένο κόστος μέσω πρωτοκόλλων αποκατάστασης που εκτελούνται στο σπίτι υπό τηλεχειρισμό, με πρόσβαση που γίνεται επίσης δυνατή σε ασθενείς που είναι τεχνολογικά αναλφάβητοι

Η αλληλεπίδραση μεταξύ των ρομποτικών συσκευών και των ανθρώπων δείχνει εγγενείς περιορισμούς και διαφορετικά πλεονεκτήματα. Τα ρομπότ επιτρέπουν αξιόπιστα ποσοτικά μέτρα φυσικών ιδιοτήτων σε ένα ευρύ φάσμα παραλλαγών, σε επίπεδα ταχύτητας, ακρίβειας, ισχύος και αντοχής με την άροδο του χρόνου που δεν είναι εφικτά από τον άνθρωπο. Η αξιοπιστία στην εκτέλεση επαναλαμβανόμενων εργασιών είναι υψηλή.

Αντίθετα όμως, τα ρομπότ δεν διαθέτουν την ευελιξία και την προσαρμογή, την επικοινωνία ανεξάρτητα από τον κώδικα, την επεξεργασία πληροφοριών υψηλού επιπέδου και την ανίχνευση και ανταπόκριση σε αδύναμες και κατά τα άλλα μη ανιχνεύσιμες σημαντικές αισθητηριακές εισροές που χαρακτηρίζουν τους ανθρώπους.

2. ΚΕΦΑΛΑΙΟ – ΠΡΟΣΘΕΤΙΚΗ

2.1 Τι είναι η πρόθεση

Η πρόθεση είναι μια τεχνητή συσκευή που αντικαθιστά ένα τμήμα του σώματος που λείπει, το οποίο χάθηκε λόγω τραύματος, ασθένειας ή μιας κατάστασης που υπήρξε κατά τη γέννηση (συγγενής διαταραχή). Οι προθέσεις προορίζονται για να υποκαταστήσουν τις φυσικές λειτουργίες ή να βελτιώσουν λειτουργίες του ελλείποντος μέρους του σώματος.

Η αποκατάσταση των ακρωτηριασμένων συντονίζεται πρώτιστα από έναν φυσίατρο ως τμήμα μιας διεπιστημονικής ομάδας που αποτελείται επιπλέον από τους φυσικοθεραπευτές, τους προσθετικούς, τις νοσοκόμες και τους εργοθεραπευτές.

Οι προθέσεις μπορούν να δημιουργηθούν με το χέρι ή με σχεδιασμό με τη βοήθεια υπολογιστή (CAD), ένα λογισμικό που βοηθά τους δημιουργούς να σχεδιάσουν και να αναλύσουν τη δημιουργία με γραφικά 2-D και 3-D που δημιουργούνται από υπολογιστή, καθώς και εργαλεία ανάλυσης και βελτιστοποίησης.

Οι ηλεκτρονικές (μυοηλεκτρικές) προθέσεις αποτελούν σήμερα τις περισσότερο εξελιγμένες μορφές, καθώς περιλαμβάνουν μικροϋπολογιστές και ενσωματώνουν ηλεκτρονικούς αισθητήρες. Επίσης, παρέχουν τη δυνατότητα εκτέλεσης ιδιαίτερα λεπτών κινήσεων.

Περιπτώσεις που είναι απαραίτητοι οι ακρωτηριασμοί και συνήθως χρησιμοποιούνται προθέσεις:

- Μειωμένη αιμάτωση των κάτω άκρων λόγω
- Περιφερικής Αρτηριακής Νόσου (ΠΑΝ)
- Όγκοι
- Τραύματα
- Συγγενείς ανωμαλίες

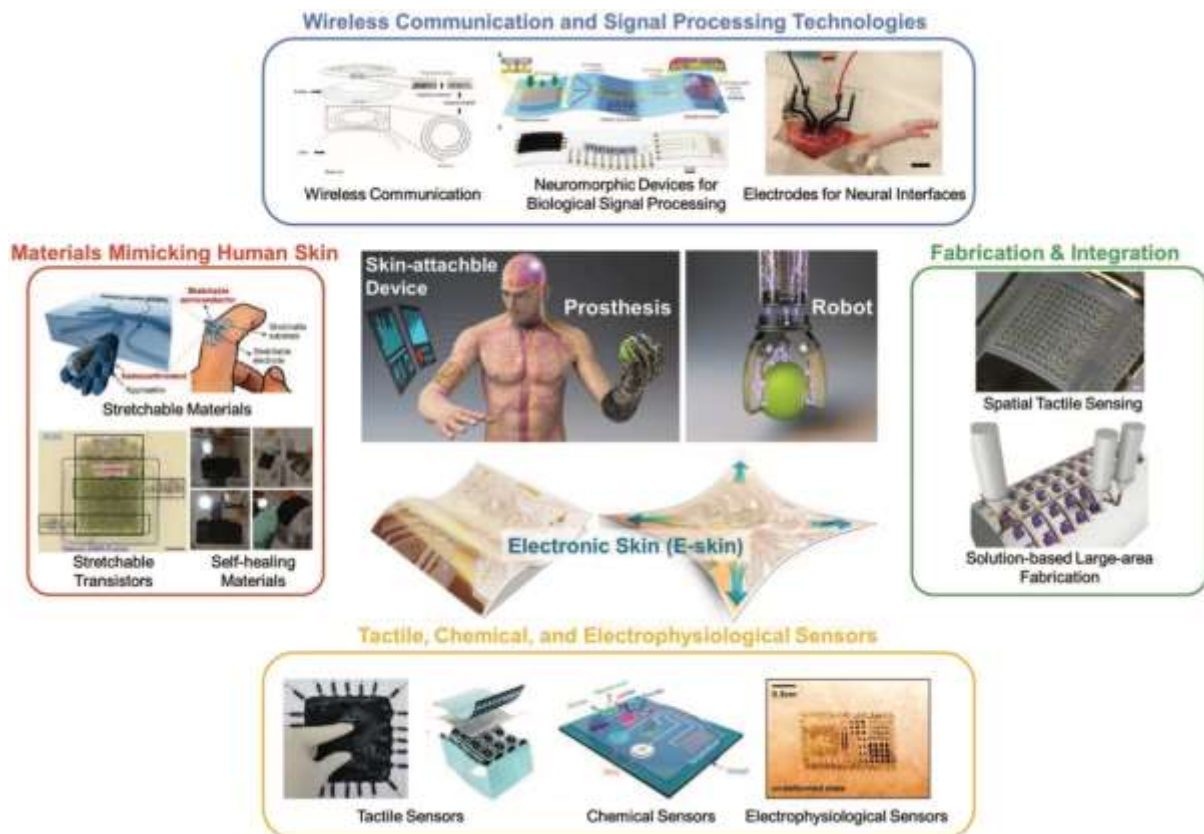


Figure 4 Σφαιρική εικόνα του "ηλεκτρονικού" δέρματος (e-skin), εξαρτήματα και τεχνολογικές απαιτήσεις. (Yang, J. C., Mun, J., Kwon, S. Y., Park, S., Bao, Z., & Park, S. (2019). *Electronic Skin: Recent Progress and Future Prospects for Skin-Attachable Devices for Health Monitoring, Robotics, and Prosthetics. Advanced Materials*)

2.2 Τύποι Προθέσεων:

Υπάρχουν τέσσερις κύριοι τύποι τεχνητών άκρων και η χρήση τους εξαρτάται από το μέρος του άκρου που λείπει. Κάθε τύπος απαιτεί μια διαφορετική προσέγγιση για την ανάκτηση των λειτουργιών μετά τον ακρωτηριασμό.

Το Transradial αντικαθιστά ένα χέρι που λείπει κάτω από τον αγκώνα. Οι επιλογές περιλαμβάνουν βραχίονες που λειτουργούν με καλώδιο ή μυοηλεκτρικούς βραχίονες που χρησιμοποιούν μυϊκά σήματα για να αισθανθούν πότε το τεχνητό χέρι πρέπει να ανοίξει ή να κλείσει.

Το transhumeral αντικαθιστά ένα χέρι που λείπει πάνω από τον αγκώνα. Αυτός ο τύπος πρόθεσης έχει παρόμοιες επιλογές με άλλους τεχνητούς βραχίονες, αλλά μπορεί να είναι λίγο πιο δύσκολο να μιμηθεί τις κινήσεις του βραχίονα.

Το Transtibial αντικαθιστά ένα πόδι που λείπει κάτω από το γόνατο. Οι ακρωτηριασμένοι με αυτόν τον τύπο πρόθεσης είναι σε θέση να ανακτήσουν την κανονική κίνηση πιο εύκολα, εν μέρει λόγω της διατήρησης του γόνατος.

Το transfemoral αντικαθιστά ένα πόδι που λείπει πάνω από το γόνατο. Οι ακρωτηριασμένοι μπορεί να δυσκολευτούν να ανακτήσουν την κανονική λειτουργία λόγω της πολυπλοκότητας της κίνησης του γόνατος. Ωστόσο, τα νέα και καινοτόμα σχέδια έχουν ως στόχο να δώσουν στο χρήστη περισσότερο έλεγχο.

2.3 Ιστορία των προθέσεων και εξέλιξη

Η ιστορία των προθέσεων είναι εξαιρετικά ενδιαφέρουσα και συχνά συνυφασμένη με την ιστορία του πολέμου και των χειρουργικών επεμβάσεων. Το πρώτο καθιερωμένο παράδειγμα προσθετικής είναι ο μέγας δάκτυλος μιας Αιγύπτιας ευγενούς που χρονολογείται από το 950-710 π.Χ. Αν και το ξύλινο δάκτυλο δεν πρόσφερε καμία λειτουργία, έκανε ενδεχομένως την ευγενή γυναίκα «πλήρης,» με το να μπορεί να φορέσει ένα αιγυπτιακό σανδάλι. Οι σημαντικότερες εξελίξεις στη χειρουργική ακρωτηριασμού καθώς και στην προσθετική τεχνολογία ήρθαν κατά τη διάρκεια ή μετά τον Αμερικανικό Εμφύλιο Πόλεμο (1861-1865).

Κατά τη διάρκεια του Μεσαίωνα οι προθέσεις για μάχη και απόκρυψη της παραμόρφωσης ήταν βαριές, ακατέργαστες συσκευές από διαθέσιμα υλικά της εποχής όπως ξύλο, μέταλλο και δέρμα. Τέτοια ήταν τα υλικά που είχε στη διάθεση του ο Ambroise Pare που εφηύρε τόσο τις προθέσεις των άνω άκρων όσο και των κάτω άκρων.

Το "Le Petit Lorrain", ήταν ένα μηχανικό χέρι που αποτελούταν από αλιεύματα και ελατήρια, φορέθηκε από έναν Γάλλο καπετάνιο του στρατού στη μάχη. Οι επακόλουθες βελτιώσεις στην ιατρική, τη χειρουργική επέμβαση και την προσθετική επιστήμη βελτίωσαν σημαντικά τη χειρουργική επέμβαση ακρωτηριασμού και τη λειτουργία των προθέσεων. Αυτό που ξεκίνησε ως τροποποιημένο δεκανίκι με ξύλινο ή δερμάτινο κύπελλο και προχώρησε μέσα από πολλές μεταμορφώσεις έχει πλέον εξελιχθεί σε ένα εξαιρετικά εξελιγμένο προσθετικό άκρο από υλικά διαστημικής εποχής.



Figure 5 To "Le Petit Lorrain", (Markatos, K., Karamanou, M., Saranteas, T., & Mavrogenis, A. F. (2018). *Hallmarks of amputation surgery. International Orthopaedics*)

Η επιλογή του επιπέδου ακρωτηριασμού γινόταν μέσω αρκετών κριτηρίων αξιολόγησης για να βοηθήσει τους χειρουργούς να λάβουν απόφαση της διάσωσης ή ακρωτηριασμού. Ωστόσο, όσοι στρατιώτες επέζησαν, πολλοί από τους οποίους ακρωτηριάστηκαν, έπρεπε να αποκατασταθούν. Οι προφανείς αρχές περιλάμβαναν: Διατήρηση όσο το δυνατόν περισσότερων αρθρώσεων και διατήρηση του μέγιστου δυνατού μήκος των οστών.

3. Όρθωση

Όρθωση είναι κάθε υποστηρικτικός εξοπλισμός που προσαρμόζεται σε ένα μέρος του σώματος του οποίου η λειτουργία έχει επηρεαστεί από εφαρμόσιμες (ή αφαιρούμενες) δυνάμεις, με σκοπό να βελτιώσει τη λειτουργία του και με μία ελεγχόμενη σταθεροποίηση ή κινητοποίησή του, να το προστατεύσει από παραμορφώσεις ή/και τραυματισμούς και να αντισταθμίσει μία αδυναμία.

Κατασκευάζονται από άκαμπτα/ημιάκαμπτα υλικά (πλαστικά, μεταλλικά κλπ) και η ονομασία τους αναφέρεται στην περιοχή του σώματος που καλύπτεται (αυχενοθωρακικές ορθώσεις, θωρακικοοσφυϊκοιερές ορθώσεις κλπ.) ή μαλακά υλικά οπότε η ονομασία περιλαμβάνει και περιγραφή του είδους (μαλακό αυχενικό κολάρο, ιερολαγόνια ζώνη, οσφυϊκοιερός κορσές κλπ.)

Κατά την επιλογή ή/και σχεδιασμό της αποτελεσματικότερης όρθωσης πρέπει να λαμβάνονται υπόψιν και επιμέρους χαρακτηριστικά και ανάγκες του ασθενή, οι συνθήκες και ο τρόπος ζωής του. Ηλικία, φύλο, ύψος και βάρος, το επίπεδο δραστηριότητας και ο τρόπος ζωής του ασθενή αλλά και οι προσωπικές ανάγκες/προτιμήσεις, όπως και άλλοι παράγοντες (ψυχολογικοί, οικονομικοί κλπ.)

Χαρακτηριστικά όρθωσης 4Cs

Βασικά ζητήματα κατά το σχεδιασμό της 'ιδανικής' όρθωσης ή πρόθεσης είναι τα ακόλουθα:

- Έλεγχος (control)
- Άνεση (comfort)
- Κοσμητικό αποτέλεσμα (cosmesis)
- Κόστος (cost)

Στόχοι ορθωτικού μέσου

- Βελτίωση της λειτουργίας από τις εφαρμόσιμες ή τις αφαιρούμενες δυνάμεις σε σώμα
- Προστασία ενός μέρους του σώματος, περιορίζοντας ή αλλάζοντας κίνηση
- Διόρθωση ή αντισταθμιση μιας παραμόρφωσης ή αδυναμίας
- Διατήρηση ή διόρθωση της ευθυγράμμισης του μέλους
- Ανακούφιση από μη φυσιολογικές φορτίσεις
- Προστασία από φυσική προσβολή

Η φυσιοθεραπευτική προσέγγιση που απαιτείται:

- Εκπαίδευση και ασκήσεις για την ενδυνάμωση των μυών
- Απελευθέρωση των συσπάσεων των μαλακών μορίων μέσω επιμηκύνσεων και διατομών μυών-τενόντων προκειμένου να αποδυναμωθεί ένας μυς ή να αλλάξει η κίνησή του και χρήση ορθωτικού εξοπλισμού μετεγχειρητικά.

- Λειτουργικός Ηλεκτρικός Ερεθισμός – Functional Electrical Stimulation (FES): Χρησιμοποιείται για προβλήματα που προκύπτουν από βλάβες του ΚΝΣ και μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως βοήθημα στη βάδιση ή στη χρήση του άνω άκρου σε ημιπληγικούς ή παραπληγικούς και ακόμα στη μετάβαση από την καθιστή στην όρθια θέση.
- Η πτώση άκρου πόδα και η απότομη επαφή του με το έδαφος συνήθως παρατηρείται σε ορθώσεις άκρου ποδός οπότε απαιτεί βελτίωση και ενδυνάμωση.
- Διόρθωση εναλλακτικών προτύπων βάδισης που εμφανίζονται (πχ καλπαστικό βάδισμα).

4. Αναισθησία

Κατά το πέρασμα των αιώνων, οι άνθρωποι έχουν καταφύγει σε ποικίλες μεθόδους και μέσα για να απαλλαγούν από το αίσθημα του πόνου. Πίσω περίπου το 3000 π.Χ. στη Μεσοποταμία, οι ασθενείς αναισθητοποιούνταν πιέζοντας τις αρτηρίες της καρωτίδας για να τους κάνουν να χάσουν τις αισθήσεις τους με αποτέλεσμα να μην αισθάνονται τον πόνο. Οι Αιγύπτιοι ήταν οι πρώτοι που εφάρμοσαν χιόνι για να προκαλέσουν αναλγησία παγώνοντας, δηλαδή, δομές του σώματος. Η ανατολική κινεζική παράδοση φαίνεται να είχε αναπτύξει τον βελονισμό ως ειδική μορφή αναλγησίας.

Στην αρχαιότητα όμως, οι χειρουργικές επεμβάσεις σπάνια πραγματοποιούνταν, ενώ η χρήση σκληρών τεχνικών, όπως κτυπήματα που στόχευαν στην απουσία των αισθήσεων των ασθενών χρησιμοποιούνταν για την ανακούφιση από τον πόνο. Η χρήση των πρώτων μέσων της αναλγησίας αναφέρεται στα αρχαία ελληνικά και ρωμαϊκά κείμενα του Ιπποκράτη, του Θεόφραστου, του Κορνήλιου Σελσιού και η περίοδος των μεγάλων επιστημονικών εξελίξεων ξεκίνησε στα τέλη του 18ου και στις αρχές του 19ου αιώνα.

Έτσι την περίοδο αυτή έγιναν πολλές έρευνες στον τομέα των αερίων και των δράσεων τους. Ο Joseph Black ανακάλυψε το διοξείδιο του άνθρακα, ο Henry Cavendish υδρόγONO, και βεβαίως το άζωτο και το οξυγόνο του Atoine-Laurent de Lavoisier. Ο Joseph Priestley ανακάλυψε το νιτρώδες οξείδιο και οι αναλγητικές του δράσεις αναγνωρίστηκαν γρήγορα. Ήταν το πρώτο αέριο που χρησιμοποιήθηκε για τη μείωση του πόνου.

Ο δόκτωρ John Snow αναγνωρίζεται όχι μόνο ως ο πρώτος αναισθησιολόγος, αλλά και ως πατέρας της σύγχρονης επιδημιολογίας. Η πρώτη ενδοφλέβια αναισθησία χρησιμοποιήθηκε το 1872, η οποία πραγματοποιήθηκε από το Pierre-Cyprien Ore. Λόγω της καθυστερημένης και αργής ανάρρωσης αλλά και της υψηλής θνησιμότητας των ασθενών, αυτός ο τύπος αναισθησίας κρίθηκε ως μη αποδεκτός.

Η πρώτη αναισθησία με τη χρήση κάνουλας που εισήχθη μέσω τραχειοτομίας πραγματοποιήθηκε από τον Friedrich Trendelenburg το 1869, ενώ το 1878 ο Σκωτσέζος χειρουργός William McEwen πραγματοποίησε την πρώτη διασωλήνωση μέσω του στόματος ως εναλλακτική λύση στην τραχειοτομή, επιτρέποντας στον ασθενή να αναπνέει κατά τη διάρκεια της αναισθησίας με χλωροφόρμιο. Αυτή η τεχνική αναισθησίας χρησιμοποιείται μέχρι σήμερα.

Η χρήση αιθέρα ή χλωροφορμίου για αναισθησία, χρήση βρωμίου για την πρόληψη της γάγγραινας, επέτρεπε μόνο σε έμπειρους χειρουργούς της εποχής να εκτελούν ακρωτηριασμούς. Αυτές και πολλές άλλες τεχνικές προσέφεραν μειωμένη θνησιμότητα κατά τη διάρκεια ή μετέπειτα των χειρουργικών επεμβάσεων.

5. Cyborg

Η λέξη cyborg σημαίνει κυβερνητικός οργανισμός, ένας όρος που επινοήθηκε από τον Manfred Edward Clynes και τον Nathan Clyne. Ένα cyborg είναι κάθε ζωντανό ον που έχει τόσο οργανικά όσο και μηχανικά / ηλεκτρικά μέλη που είτε αποκαθιστούν είτε ενισχύουν τη λειτουργία του οργανισμού του.

Η τεχνολογία Cyborg στοχεύει στο σχεδιασμό και τη μελέτη των νευροκινητικών προθέσεων προκειμένου να επαναφέρει και να αποκαταστήσει τη χαμένη λειτουργία με μια αντικατάσταση που είναι όσο το δυνατόν πιο κοντά στη φυσιολογική απώλεια (ένα χαμένο χέρι ή πόδι, χαμένη όραση κ.λπ.). Τα άτομα με τα πιο κοινά τεχνολογικά εμφυτεύματα, όπως προσθετικά άκρα, βηματοδότες και βιονικά εμφυτεύματα, ή άτομα που λαμβάνουν όργανα εμφυτευμάτων που αναπτύσσονται από τεχνητά καλλιεργημένα βλαστοκύτταρα, μπορούν να θεωρηθούν μέρος αυτής της κατηγορίας. Το πρώτο πραγματικό cyborg ήταν ένας «αρουραίος εργαστηρίων» που δημιουργήθηκε στο κρατικό νοσοκομείο Rockland το 1950 στη Νέα Υόρκη.

Τα cyborgs δεν είναι ένα πράγμα του μέλλοντος, είναι το επόμενο μεγάλο πράγμα (Hasse, 2017). Τα cyborgs ορίζονται ως άτομα που ενσωματώνουν τεχνικά στοιχεία στο σώμα τους για να βελτιώσουν τις ικανότητές τους έναντι των έμφυτων (Warwick, 2014). Με βάση αυτή την έννοια cyborg, μπορούμε να εντοπίσουμε πέντε διαφορετικούς τύπους cyborgs:

- i. Άτομα που έχουν εμφυτεύσει μια φυσική συσκευή μέσα στο σώμα τους για ιατρικούς λόγους. Για παράδειγμα, ένα άτομο που έχει μια βίδα εμφυτευμένη στο γόνατο θα μπορούσε να θεωρηθεί cyborg σε αυτή την κατηγορία.
- ii. Άτομα που έχουν μια φυσική συσκευή εμφυτευμένη μέσα στο σώμα τους για να βελτιώσουν τις ικανότητές τους πέρα από τις έμφυτες ανθρώπινες. Για παράδειγμα, ένα άτομο με οδοντικό εμφύτευμα κατασκευασμένο για να παρέχει ένα τέλειο σύνολο δοντιών θα θεωρούνταν cyborg σε αυτή την κατηγορία.
- iii. Άτομα που έχουν μια μηχανή εμφυτευμένη μέσα στο σώμα τους για ιατρικούς λόγους που τους επιτρέπει να αποκτήσουν ανθρώπινες ικανότητες. Για παράδειγμα, ένα άτομο με βηματοδότη θα θεωρούνταν cyborg σε αυτή την κατηγορία.
- iv. Άτομα που έχουν μια μηχανή εμφυτευμένη μέσα στο σώμα τους για ιατρικούς λόγους που τους επιτρέπει να αποκτήσουν ικανότητες πέρα από τις τυπικές ανθρώπινες. Για παράδειγμα, ένα άτομο με μια συσκευή εμφυτευμένη που όχι μόνο του επιτρέπει να ξεπεράσει ένα ακουστικό μειονέκτημα, αλλά να ακούσει ένα κινητό τηλέφωνο απευθείας στα αυτιά του χωρίς κανένα άλλο εργαλείο.
- v. Άτομα που έχουν μια μηχανή εμφυτευμένη μέσα στο σώμα τους χωρίς κανένα ιατρικό λόγο που τους επιτρέπει να ξεπεράσουν τις ανθρώπινες φυσικές ικανότητες. Για παράδειγμα, άτομα με εμφυτευμένα μικροτσιπ RFID (αναγνώριση ραδιοσυχνότητας) που τους επιτρέπουν να ανοίγουν πόρτες ή να ανοίγουν μηχανές. Αυτού του είδους οι συσκευές ονομάζονται εσωτερικά (Pelegrín-Borondo, Reinans Lara, Olarte-Pascual, 2017).

Τρία από τα διασημότερα cyborgs του κόσμου είναι τα ακόλουθα:

- Ο καλλιτέχνης Neil Harbison, γεννημένος με αχρωματοψία (ικανός να βλέπει μόνο ασπρόμαυρο) είναι εξοπλισμένος με μια κεραία εμφυτευμένη στο κεφάλι του. Με αυτό το eyeborg (ηλεκτρονικό μάτι), είναι πλέον σε θέση να αποδώσει τα αντιληπτά χρώματα ως ήχους στη μουσική κλίμακα.
- Ο Jesse Sullivan υπέστη ένα ατύχημα όπου η ζωή του βρισκόταν υπό απειλή. Υπέστη ηλεκτροπληξία τόσο σοβαρά που και τα δύο χέρια του έπρεπε να ακρωτηριαστούν. Ήταν εφοδιασμένος με ένα βιονικό άκρο συνδεδεμένο μέσω μιας σύνδεσης νευρών-μυών. Πλέον βρίσκεται σε θέση να ελέγξει το άκρο του με το μυαλό του και επίσης να αισθανθεί τη θερμοκρασία, καθώς και πόση πίεση ασκεί η λαβή του.
- Η Κλώντια Μίτσελ είναι η πρώτη γυναίκα που απέκτησε βιονικό χέρι μετά από ένα ατύχημα με μοτοσυκλέτα στο οποίο έχασε εντελώς το αριστερό της χέρι.



Figure 6 Ο Neil Harbison και ο Jesse Sullivan. (Wikipedia.com)

5.1 Cyborg Ethics

Πολλές πρόσφατες μελέτες (π.χ. IFR: Διεθνής Ομοσπονδία Ρομποτικής, 2016) προβλέπουν ότι ο αριθμός των ρομπότ (βιομηχανικών, υπηρεσιών/ κοινωνικών, ευφυών / αυτόνομων) θα αυξηθεί σημαντικά στο μέλλον. Τα ρομπότ εμπλέκονται άμεσα στην ανθρώπινη ζωή. Βιομηχανικά ρομπότ, οικιακά ρομπότ, ιατρικά ρομπότ, βοηθητικά ρομπότ, κοινωνικά

ρομπότ / ρομπότ ψυχαγωγίας και πολεμικά ρομπότ παίζουν σημαντικό ρόλο στην ανθρώπινη ζωή και εγείρουν κρίσιμα ηθικά προβλήματα για την κοινωνία μας.

"Η εποχή του cyborg είναι τώρα πάνω μας. Αυτό έχει τεράστιες επιπτώσεις στις ηθικές αξίες τόσο για τους ανθρώπους όσο και για τα cyborgs" (Warwick 2003). Την ίδια χρονιά, ο Clark υποστήριξε ότι τα ανθρώπινα όντα είναι φυσικά cyborgs, λόγω του ασυνήθιστου βαθμού πλαστικότητας του ανθρώπινου εγκεφαλικού φλοιού. Προέβλεψε ότι τα ανθρώπινα όντα σύντομα θα γίνονταν cyborgs όχι με την απλή επιφανειακή έννοια του «συνδυασμού σάρκας και καλωδίων» ή της αλλαγής του σώματός τους με χειρουργική επέμβαση, αλλά με την βαθύτερη έννοια να γίνουν «συμβιωτές της ανθρώπινης τεχνολογίας». Οι τεχνολογίες cyborg ανοίγουν ένα θεμελιώδες ηθικό πρόβλημα που μπορεί και πρέπει να αναλυθεί από διάφορες οπτικές γωνίες.

Παραδείγματα όπως η δεοντολογία των πειραμάτων και των κλινικών δοκιμών, η ηθική των συνεπειών για τα άτομα που έχουν εμφυτευμένη συσκευή, η σωματική και ψυχολογική ασφάλεια τους, το απόρρητο των δεδομένων τους, αλλά και ελευθερία και έλεγχος του σώματός τους. Η ηθική της κοινωνικής ισότητας, όπως και με τα εμφυτεύματα που λαμβάνονται για μη ιατρικούς λόγους, για παράδειγμα, οι στόχοι για τη δημιουργία ενός βελτιωμένου ανθρώπου με ανώτερες ικανότητες που ξεπερνούν τις ανθρώπινες, και την δημιουργία μιας φυλής υπεράνθρωπων αποτελούν θέματα τα οποία χρειάζονται μια παραπάνω πολιτιστική προσέγγιση.

Η δεοντολογία των πειραμάτων θα πρέπει να εξετάζεται όσο και η ανάπτυξη των εμφυτευμάτων. Έχουν διεξαχθεί πειράματα τόσο σε ζώα όσο και σε ανθρώπους (Warwick 2003). Τα πειράματα μπορούν να θεωρηθούν ως μέρος της διαδικασίας καινοτομίας και ανάπτυξης, αλλά μπορούν επίσης να θεωρηθούν ως μια τρομακτική και απαράδεκτη πράξη (Warwick 2003). Κατά συνέπεια, θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη η δεοντολογία των πειραμάτων που διεξάγονται στον τομέα των cyborg, συμπεριλαμβανομένων παραγόντων όπως ο πόνος ή ο κίνδυνος ατυχημάτων που ενδέχεται να συμπεριλαμβάνεται στα αποτελέσματα των δοκιμών αυτών.

Τα εμφυτεύματα έχουν τόσο θετικές όσο και αρνητικές ηθικές επιπτώσεις. Ειδικά ενόψει των πιθανών πλεονεκτημάτων για τους ασθενείς, η έρευνα των εμφυτευμάτων αποτελεί ηθική υποχρέωση. Τα εγκεφαλικά εμφυτεύματα θα μπορούσαν να βοηθήσουν άτομα με Πάρκινσον και Αλτσχάιμερ. Συνεπώς, η απλή διακοπή ή επιβράδυνση της έρευνας και ανάπτυξης αυτών των εμφυτευμάτων θα ήταν ανήθικη (Berger et al. 2008).

5.2 Πλεονεκτήματα vs Μειονεκτήματα

Τα cyborgs εγείρουν σοβαρές ηθικές ανησυχίες, ειδικά στην περίπτωση που η συνείδηση ενός ατόμου αλλάζει με την ενσωμάτωση του ανθρώπου και της μηχανής. Στην πραγματικότητα, σε όλες τις περιπτώσεις η τεχνολογία cyborg παραβιάζει τη διάκριση ανθρώπου / μηχανής. Ωστόσο, στις περισσότερες περιπτώσεις, αν και οι σωματικές ικανότητες του ατόμου παίρνουν διαφορετική μορφή και οι ικανότητές του ενισχύονται, η

εσωτερική ψυχική του κατάσταση, η συνείδηση και η αντίληψή του δεν έχουν αλλάξει παρά μόνο στο βαθμό ότι το άτομο είναι ικανό να επιτύχει. Στην πραγματικότητα, αυτή που πρέπει να είναι η μεγαλύτερη ηθική ανησυχία δεν είναι οι πιθανές βελτιώσεις ή επισκευές στο άτομο, αλλά η αλλαγή της φύσης ενός ανθρώπου όταν τροποποιείται, συνδέοντας την ανθρώπινη με τη μηχανική λειτουργία.

Τα κύρια πλεονεκτήματα της ανάμειξης οργάνων με μηχανικά μέρη είναι:

- Τα άτομα όπου τα μέρη του σώματός τους έχουν αντικατασταθεί (γοφοί, αγκώνες, γόνατα, καρποί, αρτηρίες κ.λπ.) μπορούν τώρα να ταξινομηθούν ως cyborgs και να είναι ικανά να πετύχουν.
- Βελτιωμένες αισθήσεις (όραση, οσμή, ακοή κλπ.).
- Μια καλύτερη πιθανότητα επιβίωσης ορισμένων καρδιακών παθήσεων (όπως στην περίπτωση ενός βηματοδότη), η οποία μπορεί να αυξήσει το προσδόκιμο της ανθρώπινης ζωής.
- Βάδιση με βιονικά άκρα όπου διαφορετικά δεν θα υπήρχε η ικανότητα (όπως στην περίπτωση των παραπληγικών) όπου και ακόμη σήμερα κάποιοι είναι σε θέση να ολοκληρώσουν Ολυμπιακούς Αγώνες.
- Τα εμφυτεύματα εγκεφάλου βασίζονται στη μορφή του εγκεφάλου και του νευρικού συστήματος του. Η δράση τους βοηθώντας έτσι στην διακοπή ακόμα και των πιο καταστροφικών συμπτωμάτων της νόσου του Πάρκινσον.
- Βελτιωμένη διάθεση και χαμηλότερα ποσοστά κατάθλιψης για τους παραπληγικούς που μπορούν τώρα να περπατήσουν ως αποτέλεσμα των βιονικών άκρων.

Ενώ το να γίνεις ένα cyborg με βιονικά μέρη του σώματος έρχεται με σαφή προνόμια, υπάρχουν επίσης τα μειονεκτήματα. Τα μειονεκτήματα των cyborgs περιλαμβάνουν :

- Τα cyborgs δεν θεραπεύουν τη βλάβη του σώματος κανονικά, αλλά τα μέρη του σώματος αντικαθίστανται.
- Η αντικατάσταση άκρων που έχουν υποστεί βλάβη μπορεί να είναι δαπανηρή και χρονοβόρα.
- Οι εμφυτευμένες συσκευές στο σώμα μπορεί να δυσλειτουργήσουν.
- Το σώμα μπορεί να αντιδράσει αρνητικά στην εμφύτευση.
- Υπάρχουν ιατρικοί κίνδυνοι που εμπλέκονται σε κάθε είδους χειρουργική επέμβαση.
- Άλλες συσκευές όπως ανιχνευτές μετάλλων ή αντικλεπτικά συστήματα μπορεί να επηρεάσουν την λειτουργία των συσκευών cyborg (βηματοδότες, για παράδειγμα).

6. Ακρωτηριασμός

Ο ακρωτηριασμός είναι μία από τις διαδικασίες που εκτελούνται συχνά από τους χειρουργούς. Οι ακρωτηριασμοί αναφέρονται συχνά ως μείζων, όπου αφαιρείται η πλειοψηφία του άκρου ή ελάσσων. Οι ακρωτηριασμοί λαμβάνουν χώρα συνήθως στη μεσότητα των μελών και σπανιότερα πάνω στην άρθρωση. Πολλοί μύες εκτείνονται σε δύο ή και περισσότερες αρθρώσεις και επηρεάζουν σε ένα διαφορετικό βαθμό την κίνηση στις αρθρώσεις αυτές. Ακόμα η έκταση ενός μύος καθώς επίσης και η ταχύτητα της συστολής του σχετίζονται με το ολικό μήκος του.

Για τον χειρουργό, η αξιολόγηση του επιπέδου ακρωτηριασμού θα πρέπει να λαμβάνει υπόψη τη σοβαρότητα της αγγειακής νόσου, τον βαθμό απώλειας ιστού και τη βιωσιμότητα των ιστών, καθώς και την παρουσία λοίμωξης.

Ο μείζων ακρωτηριασμός είναι μια χειρουργική επέμβαση υψηλού κινδύνου και ως εκ τούτου η βελτιστοποίηση της συννοσηρότητας είναι ζωτικής σημασίας για τον περιορισμό των μετεγχειρητικών επιπλοκών. Οι πιο συχνές συννοσηρότητες που συναντώνται σε όσους υποβάλλονται σε μείζων ακρωτηριασμό είναι η υπέρταση, ο διαβήτης και οι ισχαιμικές καρδιακές παθήσεις.

Η προ εγχειρητική αξιολόγηση του ασθενούς περιλαμβάνει μια διεπιστημονική προσέγγιση με τη συμβολή της χειρουργικής και αναισθητικής ομάδας, του προσθετικού ειδικού, των νοσηλευτών, των φυσιοθεραπευτών, των εργοθεραπευτών, της εξειδικευμένης ομάδας διαβήτη, των ψυχολόγων και βεβαίως περιλαμβάνει μια διατροφική αξιολόγηση.

Η φυσικοθεραπεία πρέπει να ξεκινήσει προεγχειρητικά και να συνεχιστεί μετεγχειρητικά με στόχο την πρόληψη των συσπάσεων, τον περιορισμό του οιδήματος και την ενίσχυση της κινητικότητας στο κρεβάτι αλλά και κατά τη μεταφορά.

Αίτια ακρωτηριασμού:

- Μειωμένη αιμάτωση των άκρων λόγω Νευροπάθειας και Περιφερικής Αρτηριακής Νόσου
- Κακοήθης όγκος στα οστά (Οστεοσάρκωμα)
- Τραυματισμός (Τραυματικός Ακρωτηριασμός)
- Συγγενείς δυσπλασίες και ελλείματα άκρων

6.1 4 Στάδια Αποκατάστασης Ακρωτηριασμού

- i. Προεγχειρητικό
- ii. Πρώιμο μετεγχειρητικό
- iii. Απώτερο μετεγχειρητικό
- iv. Προθετικό

6.1.1 Προεγχειρητικό Στάδιο

Το στάδιο αυτό αφορά στην προετοιμασία που γίνεται το διάστημα πριν την διαδικασία του ακρωτηριασμού. Σε κάποιες περιπτώσεις (πχ. τραυματικοί ακρωτηριασμοί άκρων) το στάδιο αυτό δεν υπάρχει.

Περιλαμβάνει:

- Ενημέρωση του ασθενούς και της οικογένειας και ψυχολογική προετοιμασία
- Αύξηση κινητικότητας
- Μυϊκή ενδυνάμωση υγιών άκρων
- Εκπαίδευση ισορροπίας σε περίπτωση ακρωτηριασμού κάτω άκρου

6.1.2 Πρώμο Μετεγχειρητικό Στάδιο

Είναι το στάδιο αμέσως μετά την επέμβαση. Σε περιπτώσεις τραυματικών ακρωτηριασμών ο βασικός στόχος είναι να σωθεί η ζωή του ατόμου, η σωστή και εντατική φροντίδα, η παρακολούθηση της πληγής ενώ μπορεί να χρειαστούν και επαναληπτικές επεμβάσεις.

Περιλαμβάνει:

- Πρόληψη αιμορραγίας, αιματώματος, φλεγμονής, νέκρωσης δέρματος
- Σωστή θέση στο κρεβάτι για ανακούφιση μέλους, μείωση οιδήματος και πόνου
- Αργές ασκήσεις παθητικής αύξησης εύρους κίνησης (passive ROM) και σταδιακή επανεκπαίδευση μυών που ελέγχουν το κολόβωμα
- Αρχικές μετρήσεις, τεστ και συλλογή πληροφοριών για την αξιολόγηση της κατάστασης και το σχεδιασμό πλάνου αποκατάστασης



Figure 7 Ελαστική περιδεδση σε ακρωτηριασμό κάτω από τον ώμο. (Esquenazi, A. (2004). *Amputation rehabilitation and prosthetic restoration. From surgery to community reintegration. Disability and Rehabilitation*, 26(14-15), 831–836)

Προσαρμογή περιβάλλοντος για αποφυγή ατυχημάτων

- Αντιολισθητικά δάπεδα και χρήση αντιολισθητικών υποδημάτων
- Τακτοποίηση επίπλων στον χώρο για ελεύθερη μετακίνηση ασθενούς εντός αυτού
- Βελτίωση φωτισμού σε όλους τους χώρους τους σπιτιού
- Χειρολαβές στο μπάνιο, σκάλες
- Καθίσματα μπάνιου
- Βαμμένες άκρες των σκαλοπατιών με έντονο χρώμα
- Καρέκλα με υπερυψωμένους βραχίονες

6.1.3 Απώτερο Μετεγχειρητικό Στάδιο

Στο στάδιο αυτό η πληγή έχει κλείσει και η ιατρική κατάσταση του ασθενούς έχει σταθεροποιηθεί αρκετά ώστε να επιτρέπει πιο ενεργό ρόλο στην αποκατάσταση (Preprosthetic Rehabilitation). Είναι κοινό για τους ασθενείς να μην υποβάλλονται σε φυσιοθεραπεία, να μην ακολουθούν σωστές τεχνικές τοποθέτησης και διατροφής και τελικά να καταλήγουν με μειωμένο ROM ή ακόμη και με μυϊκές συσπάσεις, κακή δύναμη και ισορροπία. Αυτό καθυστερεί την προθετική αποκατάσταση και συμβάλλει σε μη βέλτιστα αποτελέσματα. Για να αποφευχθεί αυτό, το ακόλουθο μετεγχειρητικό, προθετικό πρωτόκολλο έχει χρησιμοποιηθεί μέχρι σήμερα, με επιτυχία.

Περιλαμβάνει:

- Τελική αξιολόγηση της κατάστασης του ασθενούς και επιλογή κατάλληλου πλάνου αποκατάστασης
- Θεραπεία οιδήματος: Ο απαλός επίδεσμος μπορεί κανονικά να ξεκινήσει στην πρώτη ημέρα. Το υπόλοιπο άκρο πρέπει να τοποθετηθεί πάνω από το επίπεδο της καρδιάς για να ενθαρρύνει μια καλή φλεβική κυκλοφορία.
- Σωστή τοποθέτηση ασθενούς και κολοβώματος. Η διαβίβαση οδηγιών στον ασθενή και τους φροντιστές του είναι ζωτικής σημασίας. Ο ασθενής πρέπει να διατηρεί το υπόλοιπο άκρο ίσιο, χωρίς να χρησιμοποιεί μαξιλάρια κάτω από την άρθρωση. Εάν κάθεται σε αναπηρική καρέκλα, πρέπει να χρησιμοποιείται μια επίπεδη σανίδα κάτω από το υπολειπόμενο άκρο, αντί να αφήνεται κρεμασμένο με το γόνατο λυγισμένο.
- Κινητοποίηση και εκπαίδευση με βοηθήματα βάδισης. Το υπόλοιπο άκρο και οι άλλοι αρθρώσεις πρέπει να κινούνται πολλές φορές την ημέρα. Ενθαρρύνουμε τον ασθενή να κάθεται σε μια καρέκλα χωρίς στήριξη στην πλάτη.
- Διαμόρφωση κολοβώματος / επίδεσμος: Ο ασθενής και η οικογένεια πρέπει να εκπαιδεύονται σχετικά με τη χρήση επιδέσμου. Πρέπει επίσης να τους ζητηθεί να εξετάζουν οπτικά το άκρο για τυχόν ερυθρότητα ή αποχρωματισμό μετά την αφαίρεση του επιδέσμου.
- Μυϊκή προπόνηση: Με την παρατεταμένη ασθένεια ή νοσηλεία, ο ασθενής έχει προβλήματα αδυναμίας και ισορροπίας. Ο χρόνος μεταξύ εκφόρτισης και έναρξης προσθετικού εξαρτήματος μπορεί να χρησιμοποιηθεί αποτελεσματικά για να ξεπεραστεί αυτό. Ο θεραπευτής μπορεί να ασχοληθεί με την ενδυνάμωση του κορμού, των άκρων και των μυών του υπόλοιπου άκρου.
- Θεραπεία ουλών και προετοιμασία του δέρματος. Εξοικείωση κολοβώματος σε πιέσεις για τη μετέπειτα εφαρμογή του τεχνητού μέλους και ασκήσεις στους μύες που επενεργούν στο κολόβωμα. Οι ουλές και ο πόνος / ευαισθησία στο σημείο της πληγής παρεμποδίζουν τα προσθετικά εξαρτήματα. Αντικείμενα με υφή όπως μαλακή βούρτσα, φασόλια, ρύζι και άχυρο χρησιμοποιούνται για απευαισθητοποίηση. Ενθαρρύνεται η μάλαξη ξεκινώντας από την ουλή προς τα πάνω
- Υγιεινή κολοβώματος: Ο ασθενής και οι φροντιστές πρέπει να ενημερώνονται για την κατάλληλη φροντίδα του δέρματος, να πλένουν με καθαρό νερό και αρωματισμένο σαπούνι αφού το τραύμα επουλωθεί κατάλληλα και στεγνώνει καλά με μια καθαρή στεγνή πετσέτα.

Κατόπιν γίνεται η εφαρμογή μιας προσωρινής πρόθεσης που στοχεύει στο άτομο:

- Να επιτρέψει να ξεκινήσει τη διαδικασία της βάδισης και της αποκατάστασης με την πρόθεση με έμφαση στην ενδυνάμωση και κινητικότητα του ατόμου
- Να μειώσει και να σταθεροποιήσει το μέγεθος του κολοβώματος
- Να προετοιμάσει το άτομο για την εκπαίδευση με την τελική (οριστική) πρόθεση

Μια προσαρμοζόμενη πρόθεση που αποτελείται από:

- Μία σκληρή εξωτερική θήκη
- Μία εσωτερική θήκη που έχει τη δυνατότητα να φουσκώνει και να αγκαλιάζει το κολόβωμα
- Τα ανάλογα ανταλλακτικά, δηλαδή κνημιαίο στέλεχος, πέλμα

Είναι άμεσα προσαρμοζόμενη ακόμη και σε επώδυνο κολόβωμα και ο τρόπος προσαρμογής της είναι εύκολος. Παρά ταύτα είναι μεγάλη σε όγκο, καταργεί τις αρθρώσεις και υψηλό κόστος είναι μη καλυπτόμενο συνήθως από τα ταμεία.

Στη συνέχεια γίνεται λήψη εκμαγείου από ανώδυνο κολόβωμα και η κατασκευή θήκης όπου θα προσαρμοστούν τα υπόλοιπα εξαρτήματα. Τέλος η εφαρμογή θήκης από τον φυσικοθεραπευτή και εκμάθηση διαδικασίας στον ασθενή.

Η επιλογή της τελικής πρόθεσης γίνεται μετά από συνάντηση με τους τεχνικούς και την υπόλοιπη ομάδα και μετά από συζήτηση διαφόρων παραμέτρων όπως συνυπάρχουσες παθήσεις, οικονομική κατάσταση, κλπ

6.1.4 Προθετικό Στάδιο

Στο στάδιο αυτό ο ασθενής λαμβάνει το προσθετικό μέλος και αρχίζει η βασική φάση της αποκατάστασης και εκπαίδευσης με την πρόθεση (Prosthetic Training).

Το στάδιο αυτό διακρίνεται σε δύο φάσεις: Αρχική εκπαίδευση (Early Prosthetic Training) και τη προχωρημένη λειτουργική εκπαίδευση (Advanced Functional Training)

Περιλαμβάνει:

- Προσαρμογή (alignment) και τρόπος εφαρμογής (donning, fitting, wearing schedule etc.) της πρόθεσης
- Φροντίδα προσθετικού μέλους (καθαρισμός, τρόπος φύλαξης όταν δε χρησιμοποιείται)
- Επανεκπαίδευση με χρήση της τελικής πρόθεσης
- Συνεχή ψυχολογική υποστήριξη

Οι στόχοι της τελικής (οριστική) πρόθεσης είναι ο ασθενής:

- Να εξοικειωθεί με την προσαρμογή (alignment) και τον τρόπο εφαρμογής (donning, fitting, wearing schedule κλπ.) της πρόθεσης
- Η εκπαίδευση στη χρήση της πρόθεσης με έμφαση τη λειτουργική κινητικότητα
- Διαχείριση της πρόθεσης και επανένταξη στις καθημερινές δραστηριότητες

7. Προθέσεις άνω άκρων

Οι ασθενείς με απώλεια άνω άκρου πρέπει να διαχειριστούν όχι μόνο τις αλλαγές στην εξωτερική εμφάνιση αλλά και την έλλειψη μερικών από τις πιο περίπλοκες κινήσεις και χρήσιμες λειτουργίες των άκρων. Μαζί με το άνω άκρο το άτομο στερείται και από ένα σύνολο μηχανισμών που λειτουργούσαν σαν ανάδραση και καθοηγούσαν και βελτίωναν τις λειτουργικές κινήσεις.

Τα νέα υλικά και οι προηγμένες τεχνολογίες συμβάλλουν στη μεγαλύτερη άνεση, λειτουργικότητα και αύξηση του εύρους κίνησης των προσθετικών μελών για όλα τα επίπεδα ακρωτηριασμού των άνω άκρων σε συνδυασμό με βελτιωμένο κοσμητικό αποτέλεσμα και μικρότερο βάρος.

7.1 Κατηγορίες προθέσεων άνω άκρων:

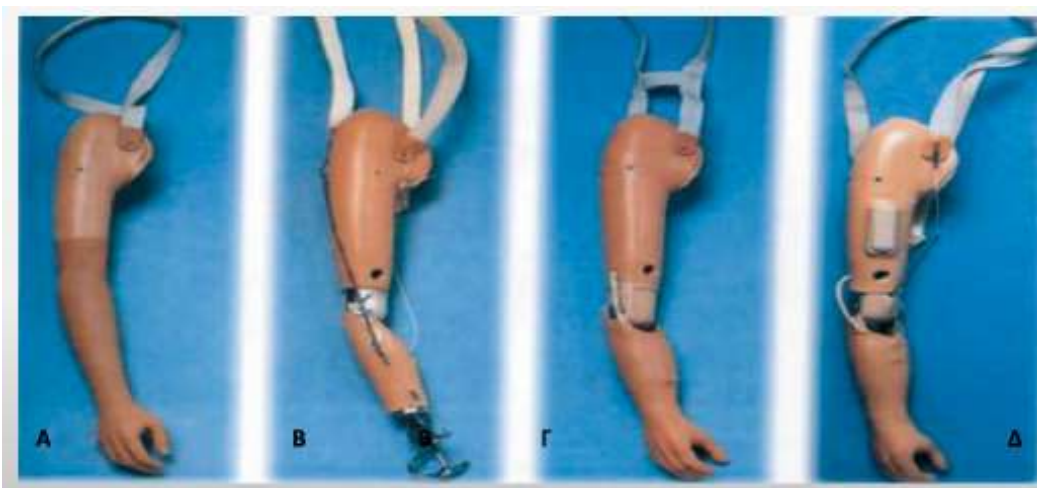


Figure 8 A: Κοσμητικές B: Μηχανικές Γ: Μυοηλεκτρικές Δ: Υβριδικές (E – class upatras, Προσθετική – Ορθωτική, Ανθή Μαλλιωρή)

7.1.1 Κοσμητικές Προθέσεις

Είναι παθητικές προθέσεις, χωρίς λειτουργικά χαρακτηριστικά και εξωτερικά προσδίδουν την αίσθηση φυσικού μέλους.

Με βάση το υλικό υπάρχουν:

- Προθέσεις με λάτεξ

Είναι το πιο δημοφιλές υλικό. Λεπτό σε μορφή γαντιού, είναι ελαφρύ έχει χαμηλό κόστος αλλά λερώνεται εύκολα και δεν έχει πολύ ρεαλιστική εμφάνιση

- Προθέσεις με PVC

Χρησιμοποιείται συνήθως σε ακρωτηριασμούς στο επίπεδο των καρπών και είναι ιδανικό για άτομα με κοντά κολοβώματα, λόγω βάρους

- Προθέσεις με σιλικόνη

Είναι πρόθεση μακράς διάρκειας (3-5 έτη). Έχει ρεαλιστική εμφάνιση, δε λερώνεται, αλλά είναι βαρύτερη από το λάτεξ και έχει υψηλότερο κόστος.

Γενικά οι κοσμητικές προθέσεις είναι πολύ ελαφριές και εύκολες στην εφαρμογή, έχουν καλό αισθητικό αποτέλεσμα, και χαμηλό κόστος.

Είναι όμως παθητικές στη λειτουργία τους, χωρίς δυναμική κίνηση, απαιτούν χρήση του υγιούς μέλους για τις παθητικές κινήσεις τους και κρίνονται ακατάλληλες για αμφοτερόπλευρους ακρωτηριασμούς

7.1.2 Μηχανικές Προθέσεις

Ελέγχονται από τις κινήσεις του σώματος (συνήθως ώμου, ανώτερου βραχίονα ή στήθους) και περιλαμβάνουν ένα σύνολο από ιμάντες που μέσω ενός καλωδίου/ σύρματος συνδέονται με ένα τερματικό εξάρτημα.

Τα περισσότερο χρησιμοποιούμενα τερματικά εξαρτήματα (Terminal Devices - TDs) για συμβατικές προθέσεις που ελέγχονται μηχανικά έχουν τη μορφή γάντζου ή κλασικού χεριού. Η λειτουργία τους βασίζεται είτε σε εκούσιο άνοιγμα (voluntary opening system) που σε κατάσταση ηρεμίας το εξάρτημα είναι κλειστό και ανοίγει μέσω του σύρματος, είτε σε εκούσιο κλείσιμο (voluntary closing system) που είναι ανοικτό σε κατάσταση ηρεμίας και κλείνει μέσω του σύρματος. Και στις δύο περιπτώσεις ο χρήστης ελέγχει μηχανικά το άνοιγμα ή κλείσιμο ασκώντας δύναμη στο σύρμα με κινήσεις του σώματος συνήθως του ώμου.

Είναι λειτουργικές, με δυνατότητα σύλληψης, πολύ ανθεκτικές με μέτριο βάρος και κόστος. Όμως απαιτούν κίνηση από τα υπόλοιπα μέρη του σώματος για να λειτουργήσουν και απαιτούν ιμάντες ανάρτησης γύρω από τον αντίθετο ώμο. Χρειάζονται κατανάλωση αρκετής ενέργειας και γίνονται λίγο κουραστικές έχοντας ένα μέτριο αισθητικό αποτέλεσμα.

Η εξέλιξη των προθέσεων στα άνω άκρα έφερε αισθητήρες (ηλεκτρόδια) τοποθετημένα εσωτερικά της θήκης τα οποία μετρούν το ηλεκτρικό δυναμικό κατά τη σύσπαση μυών και θέτουν το μοτέρ σε λειτουργία για την κίνηση του χεριού.

Προσφέρουν:

- Δυνατότητα ανοίγματος – κλεισίματος παλάμης και περιστροφής καρπού
- Σε ακρωτηριασμούς αγκώνα είναι εφικτή η χρησιμοποίηση μυοηλεκτρικού αγκώνα
- Επικάλυψη από σιλικόνη που προσδίδει την αίσθηση φυσικού μέλους

- Χρήση συστήματος επαναφορτιζόμενων μπαταριών (ιόντων λιθίου) για την τροφοδοσία του μοτέρ με διάρκεια από 16 – 24 ώρες

7.1.3 Μυοηλεκτρικές προθέσεις

Τύποι μυοηλεκτρικών προθέσεων

1. Ψηφιακή μυοηλεκτρική παλάμη

Η οποία είναι αξιόπιστη και εύκολη στην χρήση της και αποτελεί τη πιο συνήθης επιλογή σε μυοηλεκτρικές προθέσεις αντιβραχίου

2. Αισθητήρες (sensors) στις άκρες των δακτύλων

Δίνουν τη δυνατότητα αύξησης και μείωσης δύναμης λαβής σύμφωνα με τα σήματα του ασθενούς

3. Ιδιαίτερα ελαφριά μυοηλεκτρική παλάμη

Αποτελείται από ανθεκτικά ηλεκτρονικά κυκλώματα για ασθενείς υψηλής δραστηριότητας

Είναι αρκετά λειτουργικές, δίνουν μεγαλύτερες δυνατότητες σύλληψης δακτύλων ή/και αυτόματη κίνηση αγκώνα, χρησιμοποιούνται ελάχιστοι ή καθόλου ιμάντες ανάρτησης, δεν απαιτούν ενέργεια από το χρήστη ούτε κίνηση από άλλα μέρη του σώματος για να λειτουργήσουν και δίνουν ένα σχετικά καλό αισθητικό αποτέλεσμα

Παρά ταύτα έχουν μεγαλύτερο κόστος και βάρος, χρειάζονται περισσότερη συντήρηση και απαιτούν αρκετή εξάσκηση.

7.1.4 Υβριδικές Προθέσεις

Συνδυάζουν τη δύναμη σώματος και την ηλεκτρική δύναμη σε μία ενιαία πρόθεση και χρησιμοποιούνται συνήθως από νεαρά σε ηλικία άτομα με ακρωτηριασμό πάνω από τον αγκώνα (transhumeral).

Είναι ελαφρύτερες συγκριτικά με τις μυοηλεκτρικές και έχουν καλό αισθητικό αποτέλεσμα. Το κόστος τους είναι μεγαλύτερο συγκριτικά με μία παρόμοια μυοηλεκτρική πρόθεση, χρειάζονται συντήρηση και απαιτούν αρκετή εξάσκηση για τη χρήση.

8 Προθέσεις κάτω άκρων

Το κινητικό σύστημα είναι ένα τελείως ολοκληρωμένο σύστημα, με τον κορμό και τα μέλη να συνεισφέρουν στην ομαλότητα της λειτουργίας του συνόλου. Η φυσική απώλεια ενός κάτω άκρου συνεπάγεται και αφαίρεση της συνεισφοράς του άκρου αυτού από ολόκληρο τον κινητικό μηχανισμό. Για αυτό, είναι απαραίτητη η αντιστάθμιση αυτής της απώλειας με αλλαγές στη συμπεριφορά των υπολοίπων εναπομεινάντων μερών του συστήματος. Οι προθέσεις των κάτω άκρων σχεδιάζονται έτσι ώστε να αντικαθιστούν πολλές λειτουργίες του φυσικού ποδιού και να μιμούνται τις εμβιομηχανικές του ιδιότητες.

Τα σύγχρονα ελεγχόμενα από υπολογιστή συστατικά και οι εμβιομηχανικά βελτιστοποιημένες μέθοδοι τοποθέτησης υποδοχών, καθώς και οι καινοτομίες για τη συμπλήρωση ή την αντικατάσταση προσθετικών συσκευών έχουν φέρει πιο λειτουργικά, καλύτερα προσαρμοσμένα και λιγότερο περιοριστικά για τη δραστηριότητα, τεχνητά μέλη για τα άτομα με ακρωτηριασμό στα κάτω άκρα. Υπάρχουν πλέον νέα δεδομένα στην αξιολόγηση των προσθετικών παρεμβάσεων και στην ανάπτυξη ακριβέστερων μεθόδων τοποθέτησης.

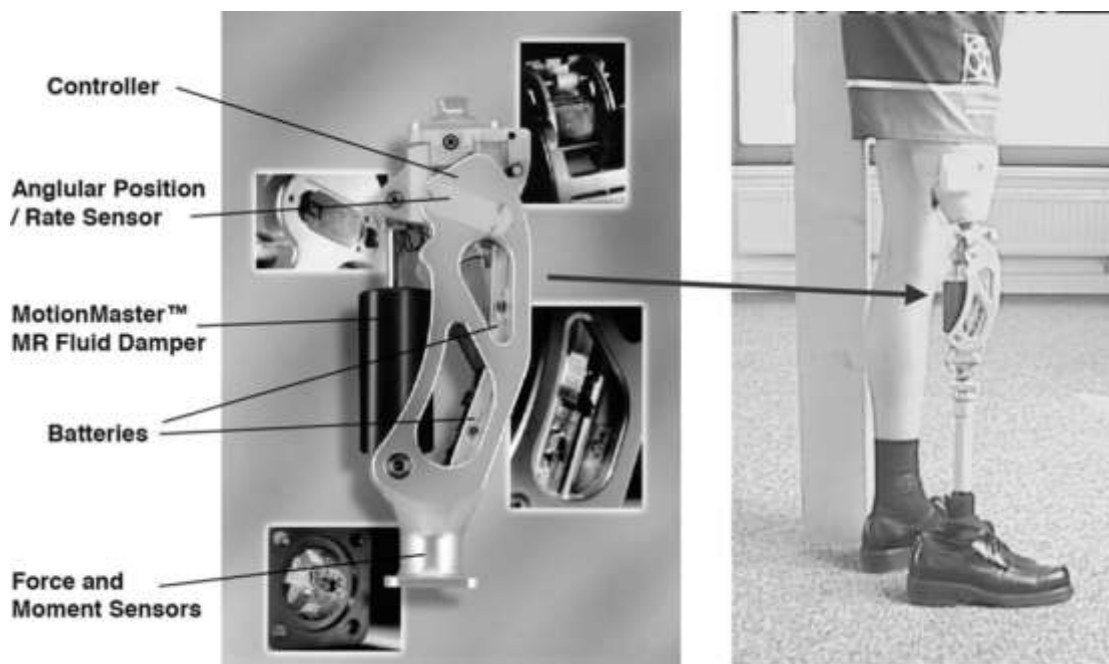


Figure 9 Ευφυή άκρο (HIP) από την Motech που δουλεύει με μαγνητορευολογικό υγρό. (Cheung-Hwa Hsu , Chao-Hui Ou, Wei-Lun Hong and Yu-Han Gao *From International Conference on Biomedical Engineering Innovation (ICBEI) 2016 Taichung, Taiwan. 28 October–1 November 2016*)

Επίπεδα Ακρωτηριασμού Κάτω Άκρων

- Απεξαρθηματικός ακρωτηριασμός δακτύλων
- Ακρωτηριασμός Άκρου Ποδός
- Ακρωτηριασμός Syme (στον αστράγαλο)

- Κνημιαίος ακρωτηριασμός (κάτω από το γόνατο στη μεσότητα της κνήμης)
- Απεξάρθρωματικός ακρωτηριασμός γονάτου (στο γόνατο)
- Μηριαίος ακρωτηριασμός (πάνω από το γόνατο στη μεσότητα του μηρού)
- Ισχιακός Απεξάρθρωματικός ακρωτηριασμός (στο ισχίο)

8.1 Μηχανισμός Αστραγάλου-Άκρου Ποδός

Ιδανικά το προσθετικό πόδι πρέπει να αντιγράφει τις εμβιομηχανικές λειτουργίες του φυσικού ποδιού. Δεδομένης της πολυπλοκότητας του συνδυασμού άκρου ποδός αστραγάλου, αυτός ο στόχος δεν μπορεί να επιτευχθεί ολοκληρωτικά από ένα μηχανικό υποκατάστατο. Οι διαφοροποιήσεις στα σχέδια επηρεάζουν το πόσο καλά το προσθετικό πόδι καλύπτει τις λειτουργικές ανάγκες κυρίως στη φάση της στάσης.

Απαιτούν απορρόφηση έντονων πιέσεων και κραδασμών στην αρχική επαφή, ελεγχόμενη πελματιαία κάμψη στη φάση ανταπόκρισης, προσαρμογή σε ανισόπεδο έδαφος, ελεγχόμενη προαγωγή της κνήμης κατά τη διάρκεια της μέσης στάσης, ανύψωση της πτέρνας και μεταφορά του βάρους κατά την τελική φάση της στάσης όπως και προετοιμασία και μετάβαση στη φάση αιώρησης.



Figure 10 Προηγμένες προθέσεις άκρου πόδα. (Cheung-Hwa Hsu , Chao-Hui Ou, Wei-Lun Hong and Yu-Han Gao From International Conference on Biomedical Engineering Innovation (ICBEI) 2016 Taichung, Taiwan. 28 October–1 November 2016)

Κατηγορίες προθέσεων άκρου πόδα

- Μη αρθρωτό Πόδι – Nonarticulating Foot (πχ. πόδι SACH)
- Αρθρωτό Πόδι – Articulating Foot (πχ. μονοαξονικό και πολυαξονικό)
- Πόδι με Ελαστικό Σκαρί – Foot with Elastic keels (πχ. πόδι SAFE)
- Δυναμικό Πόδι ή Πόδι Ενεργειακής Επιστροφής – Dynamic-response

- Foot or Energy-storing Foot (πχ. Seattle, Flex-Foot)

8.1.1 Μη αρθρωτό

Το πόδι με μη αρθρωτό σχεδιασμό έχει σταθερό αστράγαλο και συμπιέσιμη σφήνα στην πτέρνα (Solid-Ankle-Cushioned-Heel) ή SACH, σχεδιάστηκε τη δεκαετία του '50 και χρησιμοποιήθηκε ευρέως λόγω της απλότητάς του, του χαμηλού κόστους και της αντοχής του στο χρόνο.

- Έχει σταθερό σκαρί (keel) που περιβάλλεται από πυκνό αλλά εύκαμπτο αφρώδες υλικό (foam) που δίνει το σχήμα του ποδιού.
- Δίνει τη δυνατότητα και για φορμαρισμένα δάκτυλα
- Δεν περιλαμβάνει μηχανικές αρθρώσεις και βασίζεται στην ευκαμψία λόγω της κατασκευής του
- Η συμπίεση στην πτέρνα συμβάλλει στην απορρόφηση έντονων πιέσεων και κραδασμών στην αρχική επαφή και στην ομαλή πελματιαία κάμψη στη φάση ανταπόκρισης φόρτισης
- Η αντίσταση στη συμπίεση της πτέρνας διαφοροποιείται από λίγη έως πολύ έντονη, εξαρτώμενη από το σωματικό βάρος

Επειδή δεν έχει κινούμενα μέρη, είναι ανθεκτικό στο χρόνο και η συντήρησή του είναι εύκολη. Έχει ευρύ φάσμα πυκνότητας και ύψους στο τακούνι-πτέρνα. Απορροφά άριστα τις πιέσεις λόγω του συμπιέσιμου υλικού στην πτέρνα και είναι ελαφρύ και έχει χαμηλό κόστος.

Προσφέρεται κυρίως για άνετη και χαλαρή βάδιση με περιορισμένες όμως δυνατότητες για εκτός σπιτιού δραστηριότητες και δεν έχει την ικανότητα να προσαρμόζεται σε ανισόπεδες και ανώμαλες επιφάνειες. Σπάνια προτείνεται σε άτομα με έντονη δραστηριότητα και συμμετοχή σε αθλήματα.

8.1.2 Αρθρωτό μονοαξονικό

Το πόδι αυτό περιέχει μηχανική άρθρωση προσομοιώνοντας τον αστράγαλο. Τα σύγχρονα σχέδια αποτελούνται από ένα σκληρό σκαρί που περιβάλλεται από ένα μαλακό αφρώδες κέλυφος. Τα μονοαξονικά πόδια επιτρέπουν κίνηση σε έναν άξονα συνήθως έως 15 μοίρες πελματιαία κάμψη και 5-7 μοίρες ραχιαία κάμψη.

Το πέλμα αποκτά έγκαιρα και σταθερά πλήρη επαφή με το έδαφος μέσω της δυνατότητας πελματιαίας κάμψης. Συνεπώς, αυξάνεται η σταθερότητα του γονάτου που είναι σημαντικό για άτομα με μηριαίο ακρωτηριασμό και για πιο απαιτητικές δραστηριότητες (πχ. Βάδιση σε κεκλιμένο επίπεδο). Η ταχύτητα με την οποία αποκτάται αυτή η επαφή ρυθμίζεται μέσω του μηχανισμού που περιορίζει την πελματιαία κάμψη και προσαρμόζεται στο επίπεδο δραστηριότητας, το σωματότυπο όπως και τις ανάγκες του ατόμου.

Το βασικό του μειονέκτημα είναι το αυξημένο βάρος του (σε σχέση με το πόδι SACH και άλλα μη αρθρωτά πόδια). Λόγω των αποσπώμενων τμημάτων έχει περιστασιακές ανάγκες για συντήρηση και επιδιόρθωση και το αυξημένο βάρος κάνει τη βάδιση πιο κουραστική και δύσκολη για άτομα με μειωμένες σωματικές δυνάμεις και αντοχές.

8.1.3 Αρθρωτό πολυαξονικό

Το πολυαξονικό αρθρωτό πόδι συμπεριφέρεται παρόμοια με το μονοαξονικό, επιτρέποντας όμως κίνηση και στα τρία επίπεδα (οβελιαίο, μετωπιαίο και εγκάρσιο). Οι κινήσεις αυτές του επιτρέπουν να απορροφά καλύτερα και περισσότερες δυνάμεις (σε ανισόπεδες επιφάνειες) που αλλιώς θα μεταφέρονταν στο κολόβωμα. Σαν αποτέλεσμα του μεγάλου εύρους κίνησης όμως η απόλυτη σταθερότητα υπάρχει μόνο στα άκρα (όρια) κάθε άξονα κίνησης.

Το πιο βασικό πλεονέκτημα είναι η δυνατότητα βάδισης σε ανισόπεδες επιφάνειες. Η δυνατότητα περιστροφής είναι επίσης χρήσιμη στο να απορροφηθούν περιστροφικές δυνάμεις που αλλιώς θα μεταφέρονταν στο κολόβωμα. Η αντίσταση που παρουσιάζουν οι μηχανισμοί που οριοθετούν την κίνηση μεταβάλλεται ανάλογα με το βάρος και τις δραστηριότητες του ατόμου.

Επειδή δίνει τη δυνατότητα κίνησης και στους τρεις άξονες παρέχει μικρότερη στατική σταθερότητα ενώ έχει μεγαλύτερο κόστος συγκριτικά με ένα μη αρθρωτό. Δεν ενδείκνυται για άτομα με μυϊκή αδυναμία. Όπως και το μονοαξονικό στα μειονεκτήματά του περιλαμβάνεται η ανάγκη για τακτική συντήρηση και το βάρος του ποδιού.

8.1.4 Ελαστικό σκαρί

Το πόδι αυτό είναι σχεδιασμένο έτσι ώστε να μιμείται τα χαρακτηριστικά κίνησης του ανθρώπινου ποδιού χωρίς τη χρήση αρθρώσεων και κινητών-αποσπώμενων μερών. Χρειάζεται μεγάλη προσοχή στο σχεδιασμό, αλλά και στο υλικό του περιβάλλοντος κελύφους. Το ελαστικό σκαρί έχει αυξανόμενη σκληρότητα καθώς το πόδι περνάει από τη μέση προς την τελική στήριξη και την προ αιώρηση, παρέχοντας στο τέλος καλύτερη προώθηση.

Ο σχεδιασμός και οι εμβιομηχανικές ιδιότητες του ελαστικού σκαριού βοηθάνε στο πέρασμα από την αρχική έως την τελική στήριξη (στη φάση στάσης) και στην ευελιξία στις κινήσεις κατά τη βάδιση σε ανισόπεδες επιφάνειες. Σε κάποια πόδια με ελαστικό σκαρί η απορρόφηση των πιέσεων στην πτέρνα βασίζεται μόνο στην ευκαμψία του σκαριού και του αφρώδους υλικού που το περιβάλλει.

Στα περισσότερα όμως, υπάρχει συμπίεσιμη πτέρνα (cushioned heel) παρόμοια με αυτή του αρθρωτού ποδιού SACH για να απορροφούν τις πιέσεις και τους κραδασμούς κατά την αρχική επαφή και την ανταπόκριση φόρτισης. Οι περισσότεροι κατασκευαστές προσφέρουν τρεις τύπους μαλακή, μέτρια και σκληρή πτέρνα για να επιτρέψουν διαφορετική αντίσταση στη συμπίεση ανάλογα με το σωματικό βάρος, το επίπεδο δραστηριότητας και την ανάγκη απορρόφησης πιέσεων.

Παρέχουν ομαλή βάρδιση καθώς δεν περιλαμβάνονται μηχανικά μέρη για την κίνηση. Η ευκαμψία του ελαστικού σκαριού προσφέρεται και για εκτός σπιτιού δραστηριότητες και δίνει τις δυνατότητες κίνησης του πολυαξονικού ποδιού (πχ. ανισόπεδες επιφάνειες, σκάλες, έδαφος με κλίση κλπ.) ενώ έχει μικρότερο βάρος και δεν έχει ανάγκη συντήρησης.

Η σπογγώδης αίσθηση του ελαστικού υλικού μπορεί να μην είναι κατάλληλη για κάποια άτομα που έχουν συνηθίσει μια μεγαλύτερη αίσθηση σταθερότητας στη φάση στήριξης. Άτομα με έντονη δραστηριότητα ή αθλητές συνήθως προτιμούν πιο σκληρό σκαρί, όπως τα δυναμικά-ενεργειακής επιστροφής πόδια.

8.1.5 Δυναμικό ή ενεργειακής επιστροφής

Χρησιμοποιείται κυρίως από άτομα με έντονη δραστηριότητα και καλύπτει μεγαλύτερες ανάγκες και απαιτήσεις (π.χ. τρέξιμο, άλματα κλπ) όπου τα υπόλοιπα προσθετικά πόδια έχουν περιορισμένες επιδόσεις. Έχει τη δυνατότητα να απορροφά και να αποθηκεύει τις δυνάμεις που δρουν κατά τη φόρτιση (στη φάση στάσης) και να τις απελευθερώνει (δρα σαν ελατήριο) στην τελική στήριξη και προ αιώρηση δίνοντας ώθηση μπροστά.

Ένα από τα πρώτα σχέδια δυναμικού-ενεργειακής επιστροφής ποδιού που έγινε εμπορικά διαθέσιμο ήταν το πόδι Seattle.

- Έχει ενιαίο σκαρί από συνθετικό υλικό περιβαλλόμενο από αφρώδες κέλυφος στο σχήμα του ποδιού.
- Παρέχει ένα μοναδικό συνδυασμό σκληρότητας και ευκαμψίας ώστε να απορροφά τις δυνάμεις.
- Κατά τη μετάβαση στο τρέξιμο, μεγαλώνει ο χρόνος στήριξης στο πρόσθιο τμήμα του ποδιού.
- Η συμπίεση του σκαριού στην τελική φάση στήριξης, επιτρέπει την αναγκαία ραχιαία κάμψη απορροφώντας όλο και περισσότερη ενέργεια.
- Η ενέργεια αυτή απελευθερώνεται στην προ αιώρηση δίνοντας ώθηση και βοηθώντας την κάμψη του γονάτου

Τα περισσότερα σχέδια βασίζονται σε παρόμοιες αρχές εμβιομηχανικής αλλά διαφέρουν στα υλικά. Τα πιο ευρέως χρησιμοποιούμενα είναι υλικά επεξεργασμένου γραφίτη (πχ. Carbon Copy feet) γιατί προσδίδουν δύναμη, αντοχή-διάρκεια στο χρόνο και είναι ελαφριά.

Συνήθως δεν αποδίδουν καλά σε ανισόπεδες επιφάνειες γιατί το σκαρί είναι πιο σκληρό (σε σύγκριση με τα ελαστικού τύπου). Μια διαφοροποίηση στο σχέδιο (split-toe version) βελτιώνει λίγο την απόδοσή τους στον τομέα αυτό. Συγκεκριμένα, υπάρχει μία διαχωριστική γραμμή στη μέση κατά μήκος του ποδιού και επιτρέπεται μικρή κίνηση στο μετωπιαίο επίπεδο.

Η προσθήκη ενός κατακόρυφου συμπίεσιμου άξονα στο πίσω μέρος (πχ. Re-Flex) συμβάλλει στο να απορροφώνται οι κραδασμοί σε δραστηριότητες με πολύ έντονες φορτίσεις.

Το δυναμικό πόδι είναι σχεδιασμένο έτσι ώστε να παραμορφώνεται (να συμπιέζεται και να εκτονώνεται) υπό την επίδραση φορτίων, οπότε σε περίπτωση έλλειψης έντονης δραστηριότητας (και μεγάλων φορτίσεων), μπορεί να δίνει την αίσθηση του σκληρού και άκαμπτου. Επειδή η κατασκευή του συνήθως γίνεται με ακριβά υλικά, το κόστος είναι αρκετά μεγαλύτερο συγκριτικά με τα υπόλοιπα.

8.1.6 Διατάξεις Απορρόφησης Κραδασμών

Απότομες φορτίσεις που μπορεί να προκύψουν κατά τη βάρδια καθιστούν αναγκαία την ύπαρξη μηχανισμού μείωσης αυτών των δυνάμεων. Το σώμα υιοθετεί φυσικές πρακτικές για τη μείωση των απότομων και πιθανόν επιβλαβών κραδασμών κατά τη βάρδια:

- Κάμψη του γονάτου κατά την είσοδο στη φάση στάσης
- Πλάγια κλίση λεκάνης προς την πλευρά του ποδιού στήριξης
- Μείωση ταχύτητας βάρδιας

Στα προσθετικά πόδια, υπάρχουν εξαρτήματα απορρόφησης κραδασμών πνευματικά/υδραυλικά που φιλτράρουν τις δυνάμεις που φτάνουν στο κολόβωμα (π.χ. OWW Pathfinder - Πνευματικός μηχανισμός απορρόφησης κραδασμών, Endolite Telescopic-Torsion (TT) Pylon)

9 Μηχανισμός Γονάτου

Στην περίπτωση της πρόθεσης κάτω από το γόνατο το άτομο έχει ανέγγιχτη την άρθρωση του γονάτου. Στην περίπτωση όμως της πρόθεσης πάνω από το γόνατο, υπάρχει μηχανική άρθρωση γονάτου.

Παρατηρείται το πρόβλημα της κατάρρευση, το οποίο θα μπορούσε να περιοριστεί αν το γόνατο ήταν κλειδωμένο σε έκταση. Όμως υπάρχουν στιγμές στη βάρδιση που είναι απαραίτητη η κάμψη του γονάτου.



Figure 11 A: Το EBS-PRO-Knee από OttoBock B: Το Total knee 2100 από Ossur C: Το Endolite ESK+ (Bertos, G. A., & Papadopoulos, E. G. (2019). *Lower-Limb Prosthetics. Handbook of Biomechanics*, 241–282)

9.1 Το ευφρές προσθετικό πόδι

- Μπορεί να ξεχωρίσει πότε το πόδι είναι σε φάση στάσης ή αιώρησης
- Κατά τη φάση στάσης, η άρθρωση του γονάτου είναι κλειδωμένη σε έκταση
- Κατά τη φάση αιώρησης, η άρθρωση του γονάτου είναι ευέλικτη

Ο απλούστερος τρόπος για την ανίχνευση αν το πόδι είναι σε φάση στάσης ή αιώρησης είναι η χρήση ενός ελατηρίου. Το ελατήριο θα συμπιεστεί και θα κλειδώσει το γόνατο όταν βρίσκεται υπό φόρτιση (στάση) αλλά θα το απελευθερώσει αν το φορτίο αφαιρεθεί (αιώρηση).

Ιδανικά ο μηχανισμός γονάτου θα πρέπει να μπορεί να απορροφά τους κραδασμούς κατά τη διάρκεια της αποδοχής του βάρους, να ενισχύει το αίσθημα της σταθερότητας και έλεγχο του μηχανισμού γονάτου να μπορεί να γίνει είτε μηχανικά είτε με μικροεπεξεργαστή.

Μια μονοαξονική άρθρωση με μικροδραυλικό μηχανισμό ελέγχου της φάσης αιώρησης η οποία είναι ιδιαίτερα ελαφριά κι εύχρηστη και προορίζεται για άτομα μέτριας έως υψηλής δραστηριότητας που απαιτούν υδραυλικό γόνατο χωρίς άμεση αύξηση του βάρους της πρόθεσης.

Οι πιο εξελιγμένοι τύποι χρησιμοποιούν τους μικροεπεξεργαστές που διαφοροποιούν την ακαμψία της άρθρωσης (προς το τέλος της φάσης στάσης). Κατά τη φάση αιώρησης, η άρθρωση του γονάτου είναι ευέλικτη και ακριβώς πριν την αρχική επαφή (στο τέλος της φάσης αιώρησης), ο μικροεπεξεργαστής μπορεί να προκαλέσει την έκταση του γονάτου.

Υπάρχουν μηχανισμοί γονάτου υδραυλικής απόσβεσης που ελέγχονται με μικροεπεξεργαστή όπως (Endolite IP+) ο οποίος αυτομάτως εφαρμόζει κατάλληλη υδραυλική απόσβεση στο γόνατο έτσι ώστε η αιώρηση της πρόθεσης να ταιριάζει με την ταχύτητα βάρδισης του ατόμου.

Μηχανισμοί γονάτου με υδραυλική απόσβεση κατά τη διάρκεια της στάσης και της αιώρησης που ελέγχονται από μικροεπεξεργαστή (Otto Bock C-Leg) ο οποίος μπορεί να προσαρμόζει το γόνατο σε σκαλιά, έδαφος με κλίση και ανισόπεδες επιφάνειες, επιτρέποντας στο άτομο να περπατά με φυσικό τρόπο.



Figure 12.1 To C-Leg 4 από Otto Bock. Figure 13 Auto - Pilot knee A-TGK-5PSOIC. (Bertos, G. A., & Papadopoulos, E. G. (2019). *Lower-Limb Prosthetics. Handbook of Biomechanics*, 241–282)

9.2 The Lin ‘Auto-Pilot’ Intelligent Knee

Αυτό το προσθετικό γόνατο χρησιμοποιεί ασαφή λογική (fuzzy logic). Συνεχώς μαθαίνει και εκπαιδεύεται, μπορεί να προσαρμόζεται άμεσα σε όλες τις ανάγκες βάρδισης του ατόμου και είναι ικανό να προσαρμόζει με ακρίβεια την κάμψη και έκταση του γονάτου στο ρυθμό βάρδισης. Είναι αθόρυβο, άνετο και φτιάχνεται από τιτάνιο, αλουμίνιο και carbon fibre.

10 Θήκη και κολόβωμα

Η θήκη συνδέει το κολόβωμα με την πρόθεση, είναι το σημαντικότερο κομμάτι της πρόθεσης καθώς αποτελεί μέσο επικοινωνίας του σώματος με τεχνητό άκρο και είναι υπεύθυνη για τη σωστή κατανομή φορτιών. Η θήκη συνήθως αποτελείται από την εξωτερική και προαιρετικά μια εσωτερική θήκη. Η εξωτερική μπορεί να είναι σκληρή ή ελαστική με σκληρό κέλυφος.

Το κολόβωμα είναι το τμήμα του μέλους από το επίπεδο του ακρωτηριασμού μέχρι την πλησιέστερη άρθρωση.

10.1 Χαρακτηριστικά ιδανικού κολοβώματος

- Το μήκος του οστού του κολοβώματος είναι σημαντικό στην παροχή επαρκούς μοχλοβραχίονα για τη μεταφορά των δυνάμεων ανάμεσα στο κολόβωμα και στη θήκη της πρόθεσης.
- Το ιδανικά ακρωτηριασμένο μέλος έχει περίπου 6mm μαλακού ιστού πάνω από την άκρη του οστού του κολοβώματος.
- Το δέρμα πρέπει να είναι ελεύθερο να κινείται πάνω από τον εν τω βάθει ιστό ο οποίος πρέπει να έχει κλειστεί προσεκτικά.
- Το δέρμα πρέπει να έχει κλειστεί ως μία πληγή σε πλαστική διαδικασία ώστε να υπάρχει μηδαμινή ουλή.
- Το κολόβωμα πρέπει να έχει ομαλό περίγραμμα χωρίς περιττό δέρμα.

Επειδή η σκελετική σταθεροποίηση της πρόθεσης δεν είναι ακόμη εφικτή, όλες οι δυνάμεις ανάμεσα στο οστό του κολοβώματος και στη θήκη πρέπει να μεταφερθούν μέσω των παρεμβαλλόμενων μαλακών ιστών, οι οποίοι δεν είναι κατασκευασμένοι να αντέχουν τέτοιες δυνάμεις.

Τα συστήματα δυνάμεων που δρουν στο κολόβωμα κατά τη διάρκεια της χρήσης της πρόθεσης πρέπει να κατανοηθούν, γιατί καθορίζουν το σχήμα της πρόθεσης, την καλύτερη ευθυγράμμιση για άριστη λειτουργία και την ανάγκη ενσωμάτωσης συγκεκριμένων μηχανικών διατάξεων μέσα στην πρόθεση.

10.2 Χαρακτηριστικά Θήκης

Στη διαδικασία της σταθεροποίησης μίας πρόθεσης σε έναν κολόβωμα, πρέπει πρώτα να σταθεροποιηθεί η θήκη στο σωστό σημείο και άνετα γύρω από το κολόβωμα. Η θήκη πρέπει όχι μόνο να προστατεύει το άκρο αλλά και να διαβιβάζει κατάλληλα τις δυνάμεις που σχετίζονται με τη στάση και τη βάδιση.

Για να επιτευχθεί η μέγιστη λειτουργικότητα:

- Η θήκη πρέπει να είναι άνετη
- Τα μεγέθη και οι δυνάμεις που δρουν ανάμεσα στο κολόβωμα και στη θήκη να εκτιμηθούν σωστά για την παροχή κατάλληλης στήριξης και την αποφυγή υπερβολικής κίνησης μεταξύ υποδοχέα και κολοβώματος
- Η αποτελεσματικότητα του συνδυασμού ανθρώπου-προσθετικού μηχανισμού να αξιολογηθεί με βάση την εμβιομηχανική της ανθρώπινης κίνησης

Η προσωρινή θήκη (στο αρχικό στάδιο) θα πρέπει πιθανώς να ρυθμιστεί αρκετές φορές καθώς ο όγκος του κολοβώματος θα σταθεροποιείται.

- Μπορεί να δημιουργηθεί με τη χρησιμοποίηση μιας φόρμας ασβεστοκονιάματος του κολοβώματος ως πρότυπο
- Μερικές βιομηχανίες παραγωγής προθέσεων χρησιμοποιούν υπολογιστή για να χαρτογραφήσουν το άκρο, κατασκευάζοντας μια θήκη άμεσα από τα δεδομένα
- Η πιο κοινή θήκη που χρησιμοποιείται σε έναν ακρωτηριασμό κάτω από το γόνατο είναι η θήκη στήριξης τένοντα επιγονατίδας (patellar tendon-bearing-PTB) ενώ η πιο συνήθης για τους μηριαίους ακρωτηριασμούς είναι η ισχιακή θήκη συγκράτησης (Ischial Containment Socket).

Υπάρχουν θήκες για διάφορες περιπτώσεις όπως:

i. Θήκη Στήριξης Επιγονατιδικού Τένοντα (Patellar Tendon-Bearing - PTB)

Χρησιμοποιείται σε ακρωτηριασμούς κάτω από το γόνατο και δίνει έμφαση στην αυξανόμενη επαφή και την υποδοχή του βάρους στην περιοχή του επιγονατιδικού τένοντα.

ii. Θήκη Πλήρους Επιφάνειας Στήριξης (Total Surface-Bearing - TSB)

Είναι και αυτή για περιπτώσεις ακρωτηριασμών κάτω από το γόνατο και χρησιμοποιεί είτε ένα ελαστικό σύστημα ευθυγράμμισης (elastomeric liner system) είτε ένα θάλαμο από ζελέ (gel liner) για απορρόφηση των δυνάμεων. Όταν χρησιμοποιείται με gel liner θεωρείται ότι διανέμει τις πιέσεις πιο ομοιόμορφα μέσα στη θήκη.

iii. Θήκη Ισχίο-Γλουτιαίας Στήριξης-Τετράπλευρη (Quadrilateral Socket)

Άρχισε να χρησιμοποιείται για περιπτώσεις μηριαίων ακρωτηριασμών τη δεκαετία του '50. Το γενικό σχήμα του επιπέδου του άνω χείλους μοιάζει περισσότερο με ορθογώνιο παρά με στρογγυλό (γι' αυτό και η ονομασία τετράπλευρη). Το πίσω χείλος πρέπει να παρέχει μερική υποστήριξη του βάρους του σώματος με άνετη επαφή του ισχιακού κυρτώματος που είναι γνωστό ως το 'ισχιακό κάθισμα'.

iv. Θήκη Ισχιακής Συγκράτησης (Ischial Containment Socket)

Άρχισε να χρησιμοποιείται για περιπτώσεις μηριαίων ακρωτηριασμών τη δεκαετία του '80. Η κύρια διαφορά είναι στην μέθοδο στήριξης του βάρους. Το ισχιακό κύρτωμα περιέχεται

ικανοποιητικά μέσα στη θήκη και η στήριξη του βάρους γίνεται επί το πλείστον στους μαλακούς ιστούς. Το πραγματικό σχήμα της υποδοχής μπορεί να πάρει πολλές μορφές.

v. Θήκη για τα άνω άκρα

Οι θήκες για τα άνω άκρα κατασκευάζονται χρησιμοποιώντας το κολόβωμα ως πρότυπο. Οι τεχνικές φορμαρίσματος και οι μέθοδοι κατασκευής είναι παρόμοιες με αυτές για τα κάτω άκρα. Η λήψη των δεδομένων και ο σχεδιασμός του μοντέλου μπορούν να γίνουν και μέσω υπολογιστή για βέλτιστη προσαρμογή.



Figure 14 Θήκη άνω άκρων. (Cheung-Hwa Hsu , Chao-Hui Ou, Wei-Lun Hong and Yu-Han Gao From International Conference on Biomedical Engineering Innovation (ICBEI) 2016 Taichung, Taiwan. 28 October–1 November 2016)

10.3 Συγκράτηση Θήκης

Η συγκράτηση της θήκης με το κολόβωμα μπορεί να πραγματοποιηθεί:

- i. Με εσωτερική θήκη σιλικόνης με πίσω κλειδώματος
- ii. Με κενό αέρος ανάμεσα στο κολόβωμα και την θήκη που προκαλεί βεντούζα
- iii. Με εσωτερική θήκη σιλικόνης και ειδικό δακτύλιο για κενό αέρος (Ossur Iceross transfemoral Seal-In Liner)
- iv. Με ζώνη συγκράτησης γύρω από τη μέση (ιδανική για αδύναμους γηριατρικούς ασθενείς ή ασθενείς με πολύ κοντό μηριαίο κολόβωμα)

Συνήθως στις μηριαίες θήκες δεν χρησιμοποιούμε κάποια εσωτερική θήκη, αφού η καλύτερη επιλογή είναι να επιτύχουμε τη συγκράτησή της με κενό αέρος που δημιουργεί βεντούζα ανάμεσα στο κολόβωμα και την εξωτερική θήκη. Στις περιπτώσεις που χρησιμοποιείται ζώνη μέσης για τη συγκράτησή τους ή μηριαίες θήκες σιλικόνης με πίσω κλειδώματος ή δακτύλιο κενού αέρος χρησιμοποιούμε εσωτερικές μαλακές μάλλινες κάλτσες που προστατεύουν το κολόβωμα και προσφέρουν άνεση. Στην απεξάρθρωση γόνατος η εσωτερική θήκη από πολυουρεθάνη είναι απαραίτητη για να προστατεύει την επιδερμίδα και να βοηθάει στη συγκράτηση της πρόθεσης, αλλά και στην αποφυγή περιστροφής της γύρω από το κολόβωμα.

11 Ρόλος Φυσικοθεραπευτή

Μερικά από τα στοιχεία που περιλαμβάνουν τα πρώτα στάδια:

- i. Λήψη ιστορικού
- ii. Αξιολόγηση φυσικής κατάστασης μέσω μετρήσεων και εξετάσεων
- iii. Εκπαίδευση ασθενούς στη φόρτιση ώστε να προσαρμοστεί και να εξισορροπήσει τις κινήσεις
- iv. Διατήρηση δύναμης υγιών άκρων
- v. Αύξηση δύναμης και ανακούφιση μυών κολοβώματος μέσω μαλάξεων και ασκήσεων
- vi. Αντιμετώπιση 'πόνου φάντασμα' με ειδικές μεθόδους
- vii. Ψυχολογική υποστήριξη

11.1 Αντικατάσταση και Φυσιοθεραπευτική αποκατάσταση

Ο στόχος της αντικατάστασης τμήματος άκρου σε άτομα που έχουν υποστεί ακρωτηριασμό και της φυσιοθεραπευτικής αποκατάστασης που ακολουθεί, είναι η χρήση της πρόθεσης με φυσικό, άνετο και λειτουργικό τρόπο κάνοντας όσο το δυνατόν απαρατήρητη την ύπαρξη τεχνητού μέλους.

Τα άτομα που έχουν υποστεί ακρωτηριασμό μπορεί να περιμένουν τη διαδικασία της αποκατάστασης έχοντας ποικίλα συναισθήματα (αγωνία, ανυπομονησία, ενθουσιασμό, μικρές/μεγάλες προσδοκίες κλπ.). Για το βέλτιστο αποτέλεσμα, ο φυσικοθεραπευτής πρέπει να λαμβάνει υπόψιν και τους προσωπικούς στόχους του ατόμου, τις φυσικές του ικανότητες και τις κινητικές του ανάγκες/επίπεδο δραστηριότητας. Ο στόχος είναι η εκπαίδευση του ασθενούς για βάρδιση με το πρόσθετο μέλος με τρόπο ώστε να περνάει όσο το δυνατόν απαρατήρητο.

Προϋποθέσεις επιτυχημένης αποκατάστασης με πρόθεση

- Ο στόχος των χειρουργών που εκτελούν ακρωτηριασμούς δεν θα πρέπει να είναι μόνον ένα άρτιο τεχνικά κολόβωμα, αλλά να περπατούν οι ασθενείς τόσο καλά ώστε να μην φαίνεται η αναπηρία τους
- Θεμελιώδης παράγων είναι η συνεργασία τους με την Ομάδα Αποκατάστασης που θα έχει γνώση των φυσικών και προθετικών αναγκών του ασθενούς
- Ιδανικά για την επιτυχία του όλου προγράμματος θεραπείας και αποκατάστασης των ακρωτηριασμένων είναι καλό να υπάρχει ειδική μονάδα ακρωτηριασμών

11.2 Ρόλος του Φυσικοθεραπευτή στην αποκατάσταση μετά από ακρωτηριασμό Κάτω Άκρου:

- Εκπαίδευση στο προ εγχειρητικό Στάδιο σχετικά με τη διαδικασία αποκατάστασης και οδηγίες για κίνηση με το ένα άκρο και ενδυνάμωσή του.

- Σχεδιασμός και παρακολούθηση του προγράμματος αποκατάστασης πριν την πρόθεση (Preprosthetic Rehabilitation) με έμφαση στην ενδυνάμωση, κινητικότητα και προετοιμασία για την εκπαίδευση με την πρόθεση.
- Αξιολόγηση της κατάστασης του ατόμου για μετάβαση στο Προθετικό Στάδιο.
- Σχεδιασμός και παρακολούθηση της εκπαίδευσης μετά την εφαρμογή της πρόθεσης (Prosthetic Training Program) με έμφαση στη λειτουργική κινητικότητα, διαχείριση της πρόθεσης και επανένταξη στις καθημερινές δραστηριότητες.
- Παρακολούθηση της κατάστασης του εναπομείναντος άκρου σε ασθενείς με νευροπάθεια ή διαβήτη.

Κάποια ιδιαίτερα σημεία που θα πρέπει να τονιστούν από τον θεραπευτή σε περιπτώσεις ακρωτηριασμού στο κάτω άκρο είναι τα ακόλουθα:

- Η ανάπτυξη αυτοπεποίθησης στη σταθερότητα του γόνατος κατά την πρόσκρουση της πτέρνας.
- Η έμφαση στην αναγκαιότητα για τοποθέτηση με αυτοπεποίθηση της πρόσθετης πτέρνας και η ταυτόχρονη στήριξη του βάρους.
- Να μην αφηθεί ο ακρωτηριασμένος να κάμψει τον κορμό του πάνω από την πρόθεση.
- Εάν οδυνηρή πίεση αναπτύσσεται πάνω σε οστικές περιοχές, να έχει την βοήθεια του προσθετικού για ανακούφιση ή τοποθέτηση απορροφητικών υλικών.
- Ο ακρωτηριασμένος δεν θα πρέπει να ανυψώνει την πρόθεση από το πάτωμα και μετά να την προωθεί προς τα εμπρός με κλίση της λεκάνης.

11.3 Ασκήσεις κάτω άκρων

- Για την αποκατάσταση της βάδισης απαιτείται συνέργεια των μυών καθώς εμπλέκεται όλο το σώμα στην κίνηση επομένως όλες οι μυϊκές ομάδες απαιτούν εξάσκηση
- Συνήθως τα προγράμματα περιλαμβάνουν: ισομετρικές ασκήσεις, ισοτονικές ασκήσεις (κεντρομόλες και φυγόκεντρες συστολές), ισοκινητικές ασκήσεις (με αντίσταση με τα χέρια ή με μηχανικά μέσα)
- Ασκήσεις ισορροπίας καθώς και τεχνικές και κινήσεις για την αύξηση της λειτουργικότητας
- Έμφαση δίνεται σε ασκήσεις ενδυνάμωσης του εναπομείναντος άκρου, ασκήσεις για τη λειτουργικότητα του κολοβώματος (που αυξάνουν την κινητικότητα και σταθερότητα προσθετικού μηχανισμού) αλλά και ασκήσεις για όλο τον κορμό και βελτίωση της φυσικής κατάστασης
- Ασκήσεις ισορροπίας με την πρόθεση (όρθια στάση με ταλάντευση, μετατόπιση βάρους σώματος, ασκήσεις με ταυτόχρονη ανύψωση και αιώρηση βραχιόνων).
- Επανεκπαίδευση βάδισης με το προσθετικό μέλος (ασκήσεις αιώρησης και στάσης ανάμεσα σε παράλληλες μπάρες, εκπαίδευση βάδισης με χρήση βοηθητικών μέσων-βακτηρίες, ελεύθερη βάδιση).
- Λειτουργικές δραστηριότητες και προχωρημένες ασκήσεις (ανεβοκατέβασμα σκάλας, έγερση-κάθισμα σε καρέκλα, αύξηση ρυθμού βάδισης, δραστηριότητες όπως κολύμπι, ποδήλατο για βελτίωση φυσικής κατάστασης)

11.4 Ασκήσεις κορμού και άνω άκρα:

- Η κινητικότητα του κορμού και της σπονδυλικής στήλης (έκταση, πλάγια κάμψη και στροφή) συμβάλλει στην ισορροπία του σώματος, τον έλεγχο της όρθιας στάσης αλλά επηρεάζει και το ρυθμό του βήματος με την προσαρμογή των αντίστροφων κινήσεων χεριών και ποδιών
- Η εκγύμναση του εναπομείναντος άκρου και των μυών του κολοβώματος αρχίζει με την εκμάθηση της κάθε κίνησης ξεχωριστά όπου ο φυσικοθεραπευτής υποβοηθά την κίνηση, εφαρμόζει αντίσταση ή καθοδηγεί στην περίπτωση ορισμένων ειδικών κινήσεων
- Στο επόμενο στάδιο το άτομο μπορεί να προχωρήσει στην εκμάθηση συνδυασμένων κινήσεων του κορμού και του κολοβώματος και έτσι να ενσωματώσει τις κινήσεις του κολοβώματος στα πρότυπα των λειτουργικών κινήσεων του σώματος

Παραδείγματα ασκήσεων ώμου του κολοβώματος:

- i. Κάμψη και έκταση του ώμου εφαρμόζοντας αντίσταση
- ii. Απαγωγή του ώμου εφαρμόζοντας αντίσταση
- iii. Πρόσθια ολίσθηση και οπίσθια ολίσθηση της Ωμοπλάτης

12 Αντιμετώπιση πόνου ακρωτηριασμένων μελών

Μετά από πάροδο κάποιου χρόνου μικρού ή μεγάλου από τον ακρωτηριασμό, το άτομο παρουσιάζει συχνά ισχυρούς πόνους, οι οποίοι χωρίζονται σε τρεις κύριους τύπους:

- i. Πόνος εντοπισμένος ή διάχυτος, συνεχής ή διακεκομμένος στο μέλος που αφαιρέθηκε (πόνος φάντασμα) δίνοντας την αίσθηση στον ακρωτηριασμένο ότι το άκρο είναι ακόμα παρόν (εμφανίζεται στο 60-70% των ατόμων)
- ii. Πόνοι ή αίσθηση ερεθισμού στο κολόβωμα χωρίς αντανάκλαση στο μέλος που λείπει
- iii. Πόνοι ελαφροί και επιφανειακοί (υπεραισθησία) σ' ολόκληρο το μέλος με διαφορετική ένταση

Η διαχείριση του πόνου μετά από χειρουργική επέμβαση ακρωτηριασμού μπορεί να ταξινομηθεί σε τρεις κατηγορίες, οι οποίες περιλαμβάνουν ιατρικές, μη ιατρικές και χειρουργικές θεραπείες. Η αντιμετώπιση του πόνου αρχικά μπορεί να γίνει με μεθόδους κρυοθεραπείας ή εφαρμογή ρευμάτων TENS (ειδικά για την περίπτωση του πόνου φάντασμα) με ποσοστά επιτυχίας έως και 70% αν εφαρμοστεί αμέσως μετά τον ακρωτηριασμό. Η χειρουργική θεραπεία είναι μια επεμβατική μέθοδος που συνήθως θεωρείται ως η τελευταία επιλογή και συνήθως γίνεται χορήγηση αντικαταθλιπτικών και οπιοειδών φαρμάκων παρα των παρενεργειών τους.

Η πιο κοινή μη ιατρική θεραπεία είναι η χρήση μαλακού ή άκαμπτου επιδέσμου πάνω από το υπολειπόμενο άκρο για τον έλεγχο του πόνου και του οιδήματος αλλά και την πρόληψη της συστολής των αρθρώσεων. Ορισμένες άλλες μη ιατρικές θεραπείες περιλαμβάνουν την ένεση Botox, θεραπευτική άσκηση, μάλαξη, ηλεκτροσόκ, βελονισμό και θεραπείες όπως ύπνωση.

13 Πόνος Φάντασμα

Το ανθρώπινο σώμα περιλαμβάνει διάφορους νευρολογικούς μηχανισμούς που επιτρέπουν τη λήψη, τη μεταφορά, την αναγνώριση και την ανταπόκριση σε πολλά ερεθίσματα. Ο πόνος, η θερμοκρασία, η ακατέργαστη αφή και οι αισθητηριακές πληροφορίες πίεσης μεταφέρονται στο κεντρικό νευρικό σύστημα μέσω νευρώνων, με πληροφορίες πόνου και θερμοκρασίας που μεταφέρονται μέσω περιφερειακών υποδοχών στον βρεγματικό λοβό.

Ο πόνος φάντασμα εμφανίζεται συχνότερα σε ασθενείς που βιώνουν επίσης μεγαλύτερες περιόδους πόνου και είναι πιο πιθανό να υποχωρήσουν καθώς ο πόνος του ακρωτηριασμού υποχωρεί. Οι ερευνητές έχουν επίσης διαπιστώσει ότι τα κύτταρα των γαγγλίων αλλάζουν μετά από όταν ένα νεύρο κοπεί τελείως. Τα κύτταρα γίνονται πιο ενεργά και ευαίσθητα στις χημικές και μηχανικές αλλαγές με δυνατότητα ανάπτυξης πλαστικότητας στο κέρασ και σε άλλες περιοχές. Σε μοριακό επίπεδο, οι αυξανόμενες συγκεντρώσεις γλουταμίνης και NMDA φέρνουν αυξημένη ευαισθησία που συμβάλλει στην αλλοδυνία και την υπεραλγησία. Ακόμα η νορεπινεφρίνη, μπορεί να επηρεάσει τη δράση του συμπαθητικού όσον αφορά τη ρύθμιση της ευαισθησίας πόνου. Σε τοπικό επίπεδο, η ρύθμιση των καναλιών νατρίου συσχετίζεται με συχνότερες περιόδους πόνου.

Ο πόνος των άκρων φάντασμα είναι ένας τύπος χρόνιου πόνου. Σχεδόν το 15-50% του πληθυσμού βιώνει πόνο που απαιτεί κλινική φροντίδα. Ο πόνος των άκρων φάντασμα σε ορισμένους ασθενείς μπορεί σταδιακά να εξαφανιστεί κατά τη διάρκεια μερικών μηνών έως ενός έτους εάν δεν αντιμετωπιστεί, αλλά ορισμένοι ασθενείς υποφέρουν από πόνο στα άκρα φάντασμα για δεκαετίες. Οι θεραπείες περιλαμβάνουν φαρμακοθεραπεία, επικουρική θεραπεία και χειρουργικές επεμβάσεις.

Η επικουρική θεραπεία περιλαμβάνει διαδερματικό ηλεκτρικό νευρικό ερεθισμό (TENS), θεραπεία με καθρέφτες, ηλεκτροσπασμοθεραπεία, βελονισμός και μασάζ. Η διαδερματική διέγερση των νεύρων έχει αποδειχθεί χρήσιμη για τη μείωση του πόνου των άκρων φάντασμα.

Η θεραπεία στον καθρέφτη γίνεται για να αντιγράψει ο ασθενής την εικόνα της υγιούς πλευράς στην πληγείσα πλευρά και να τον αφήσει να φανταστεί την κίνηση της πληγείσας πλευράς. Μέσω της χρήσης οπτικών ψευδαισθήσεων, οπτικής ανάδρασης και εικονικής πραγματικότητας, η θεραπεία με καθρέφτες έχει αποδειχθεί ότι είναι μια αποτελεσματική θεραπεία για τον πόνο φάντασμα. Ο ασθενής τοποθετεί το υγιή άκρο σε μια πλευρά με την εικόνα του καθρέφτη να ενεργεί ως το άκρο που λείπει. Αυτή η οφθαλμαπάτη εξαπατά τον εγκέφαλο πιστεύοντας ότι το ακρωτηριασμένο άκρο έχει επιστρέψει.



Figure 15 Θεραπεία καθρέφτη σε ακρωτηριασμένο στρατιώτη στις Ειδικές Δυνάμεις Αμερικής. (www.af.mil/)

14 Ρομποτική στην αποκατάσταση

Ρομποτική είναι κλάδος της επιστήμης του μηχανικού που ασχολείται με τη σύλληψη, το σχεδιασμό, την κατασκευή και τη λειτουργία ρομπότ. Τα ρομπότ είναι μηχανές που υποκαθιστούν τον άνθρωπο σε διάφορες εργασίες. Λειτουργούν κάτω από τον απευθείας έλεγχο ενός ανθρώπου ή αυτόνομα κάτω από τον έλεγχο ενός προγραμματισμένου υπολογιστή.

Οι ιατρικές εφαρμογές της ρομποτικής παρουσιάζουν έντονο ερευνητικό ενδιαφέρον τα τελευταία χρόνια π.χ. ρομποτική χειρουργική, φυσικοθεραπεία κ.τ.λ. Στη φυσικοθεραπεία είναι καθοριστικός ο όλος της ρομποτικής.

Το Lokomat απευθύνεται σε νευρολογικούς, ασθενείς με διάφορα προβλήματα προτύπου βάδισης μετά από κακώσεις νωτιαίου μυελού, αγγειακά εγκεφαλικά επεισόδια, σκλήρυνση κατά πλάκας, κρανιοεγκεφαλικές κακώσεις, εγκεφαλική παράλυση.

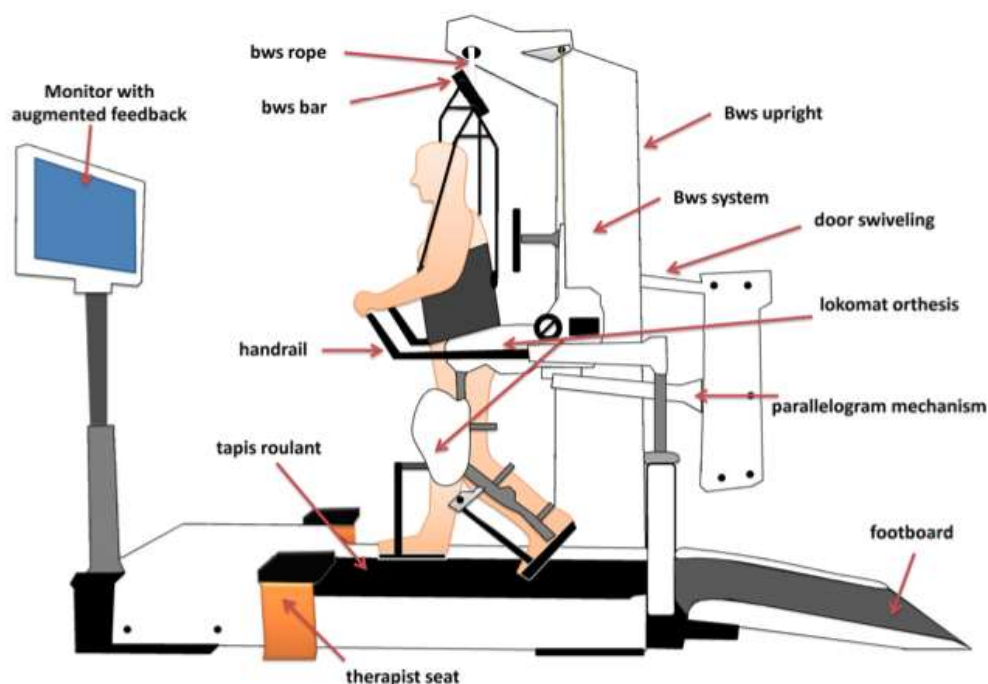


Figure 16 Lokomat. (Calabrò, R. S., Cacciola, A., Bertè, F., Manuli, A., Leo, A., Bramanti, A., ... Bramanti, P. (2016). Robotic gait rehabilitation and substitution devices in neurological disorders: where are we now? *Neurological Sciences*, 37(4), 503–514)

Στόχοι χρήσης ρομποτικών μηχανημάτων στην Αποκατάσταση

- Βελτίωση της κινητικής κατάστασης του ασθενούς μέσω ενδυνάμωσης των άκρων

- Μέγιστη ανάπτυξη της λειτουργικότητας, της ανεξαρτησίας και της αυτονομίας του ατόμου
- Διατήρηση και αύξηση του εύρους κίνησης των αρθρώσεων
- Βελτίωση της αντοχής και της συνολικής φυσικής κατάστασης του ατόμου

14.1 Ρομποτικές Ορθώσεις Κάτω Άκρων

Υπάρχουν σε διάφορες εκδοχές για στήριξη του ενός κάτω άκρου, στήριξη των δύο άκρων ή και στήριξη ολόκληρου του σώματος. Χρησιμοποιούνται κυρίως βοηθητικά στη βάδιση σε άτομα με κινητικές δυσκολίες στα κάτω άκρα μετά από τραυματισμό του νωτιαίου μυελού, άτομα με ημιπληγία, παραπληγία ακόμα και τετραπληγία.

Περιλαμβάνουν μία μονάδα ελέγχου που επικοινωνεί ασύρματα με υπολογιστή και βασίζονται σε ηλεκτρομυκικά σήματα από ηλεκτρόδια επαφής πάνω στο δέρμα. Τα ηλεκτρόδια αυτά παρέχουν την πληροφορία για τις προθέσεις του χρήστη σχετικά με την κίνηση.

Οι περισσότερες ρομποτικές ορθώσεις άνω άκρων στοχεύουν στη στήριξη της κίνησης του καρπού και της άκρας χείρας. Το εύρος κίνησης είναι σχετικά περιορισμένο και επιτρέπουν κάμψη, έκταση, υπτιασμός, πρηνισμός.

14.2 Ρομποτικές Προθέσεις Κάτω Άκρων

Οι ρομποτικές προθέσεις για τα κάτω άκρα βασίζονταν στα μυοηλεκτρικά σήματα. Στόχος των ρομποτικών προθέσεων για τα κάτω άκρα είναι να μιμηθούν όσο το δυνατόν καλύτερα την ανθρώπινη βάδιση ακόμα και σε ανισόπεδες επιφάνειες και να επιτρέψουν πιο έντονες δραστηριότητες όπως τρέξιμο, ανεβοκατέβασμα σκάλας κλπ

15 Παιδιά

Τα παιδιά είναι ξεχωριστά για πολλούς λόγους. Οι απαιτήσεις για την αποκατάσταση τους είναι διαφορετικές από αυτές ενός ενήλικα. Τα προσθετικά παιδιά πρέπει να επιτρέπουν κάποιες προσαρμογές στην ανάπτυξη. Τα παιδιά είναι εξαιρετικά δραστήρια, οπότε τα εξαρτήματα που χρησιμοποιούνται πρέπει να είναι ανθεκτικά και ταυτόχρονα, οι υπηρεσίες παρακολούθησης και επισκευής πρέπει να είναι αξιόπιστες και πάντα διαθέσιμες. Η πρόθεση καθώς και η διαδικασία προσαρμογής πρέπει να είναι ευχάριστη για το παιδί έτσι ώστε να το κάνει να χρησιμοποιεί την πρόθεση. Ο στόχος της θεραπείας εδώ πρέπει να μπορεί να επιτρέψει στο παιδί να επανενταχθεί πλήρως στη ρουτίνα του, όπως το σχολείο, το ποδήλατο και το ποδόσφαιρο. Μόνο τότε θα μπορούσε να βοηθήσει το παιδί να μεγαλώσει σαν ένα φυσιολογικό παιδί.

Υπάρχουν σημαντικές διαφορές στη διαχείριση των ακρωτηριασμένων παιδιών και ενηλίκων. Πολλοί παράγοντες, συμπεριλαμβανομένης της αιτιολογίας απώλειας των παιδικών άκρων, της συνεχής και αναμενόμενης σκελετικής ανάπτυξης, της λειτουργικές απαιτήσεις στο κινητικό σύστημα και της πρόθεσης, της ανάπτυξης των οστών αλλά και των ψυχολογικών προκλήσεων, καθιστούν ιδιαίτερα δύσκολη τη φροντίδα αυτών των νεαρών ασθενών.

Η τήρηση των γενικών αρχών της χειρουργικής επέμβασης ακρωτηριασμού της παιδικής ηλικίας προβλέπει το βέλτιστο αποτέλεσμα. Οι αρχές αυτές μπορούν να συνοψιστούν ως εξής:

- i. Διατήρηση μήκους.
- ii. Διατήρηση της αυξητικής πλάκας.
- iii. Διατήρηση της άρθρωσης του γόνατος όποτε είναι δυνατόν
- iv. Σταθεροποίηση του εγγύς τμήματος του άκρου.
- v. Προετοιμασία για αντιμετώπιση ζητημάτων εκτός από την απώλεια άκρων σε παιδιά με άλλα κλινικά προβλήματα.



Figure 17 Νεαρός με προσθετικά μέλη από τον αγαπημένο του καλλιτέχνη Eminem. (www.bbc.co.uk)

Τα παιδιά με ανεπάρκεια άκρων διαφέρουν από τους ενήλικες με τέτοιες ανεπάρκειες από πολλές απόψεις:

- Στον ενήλικο πληθυσμό, οι ακρωτηριασμοί λόγω ισχαιμίας υπερισχύουν εκείνων που απαιτούνται από τραύμα ή όγκο. Στα παιδιά, οι ισχαιμικοί ακρωτηριασμοί είναι σπάνιοι. Τα περισσότερα παιδιά που παρατηρούνται σε παιδιατρικές κλινικές ακρωτηριασμένων έχουν συγγενή ανεπάρκεια, λοίμωξη, ή τραύμα
- Στα παιδιά, το υπόλοιπο άκρο συνεχίζει να μεγαλώνει μέχρι τη σκελετική ωριμότητα. Η αναμενόμενη ανάπτυξη πρέπει να λαμβάνεται υπόψη κατά τον προγραμματισμό χειρουργικών επεμβάσεων στο προσβεβλημένο άκρο και πρέπει να διευθετείται οποιαδήποτε απόκλιση λόγω τραυματισμού ή βλάβης στις σχετικές αυξητικές πλάκες.
- Η υπερβολική ανάπτυξη των οστών στο τέλος του κολοβώματος είναι ένα φαινόμενο που συναντάται μόνο σε παιδιά που μεγαλώνουν.
- Η αναμενόμενη μηχανική και λειτουργική ζήτηση στο υπολειπόμενο άκρο και την πρόσθεση αλλά και το γενικό επίπεδο φυσικής δραστηριότητας είναι πολύ διαφορετικές σε ακρωτηριασμένους ενήλικες και μη ενήλικες.
- Οι ψυχολογικές προκλήσεις που σχετίζονται με την απώλεια των άκρων και συχνά με μια υποκείμενη κατάσταση (π.χ., μια συγγενής ανωμαλία ή κακοήγη όγκο), μαζί με τις πιέσεις ένταξης ομότιμων ομάδων, είναι πολύ διαφορετικές στην παιδιατρική ηλικιακή ομάδα από ό, τι στους ενήλικες. Επί πλέον, αυτοί οι ψυχολογικοί παράγοντες ποικίλλουν ακόμη και στην παιδιατρική ηλικιακή ομάδα (π.χ. μικρά παιδιά έναντι εφήβων), επηρεάζοντας την κοινωνική τους ανάπτυξη.
- Ο πόνος φάντασμα είναι ένα σχετικά κοινό φαινόμενο σε ενήλικες, αλλά είναι σχεδόν άγνωστος σε μικρά παιδιά και εμφανίζεται σπάνια σε εφήβους.

15.1 Αιτίες Ακρωτηριασμού Παιδιών

i. Εκ γενετής

Οι περισσότεροι ακρωτηριασμοί στην παιδική ηλικία οφείλονται σε συγγενή διαταραχή. Τα προσβεβλημένα παιδιά γεννιούνται με μέρος ή ολόκληρο άκρο που λείπει, ή με ανωμαλία στα άκρα που αντιμετωπίζεται καλύτερα με μερικό ακρωτηριασμό και προσθετική αποκατάσταση.

ii. Μετατραυματικοί

Μεγάλος αριθμός παιδιών χάνουν τα άκρα τους λόγω αυτοκινητικών ατυχημάτων, ηλεκτρικών και θερμικών εγκαυμάτων αλλά και ατυχημάτων με επικίνδυνο εξοπλισμό και μηχανήματα.

iii. Μόλυνση

Τα παιδιά με απώλεια άκρων λόγω συστηματικής σηψαιμίας, συνήθως λόγω μηνιγγιτιδοκοκκικής λοίμωξης, αποτελούν ένα σημαντικό πληθυσμό ασθενών στις περισσότερες παιδιατρικές κλινικές ακρωτηριασμένων.

iv. Ισχαιμία

Ο ακρωτηριασμός λόγω ισχαιμίας είναι συχνός στην παιδιατρική ηλικιακή ομάδα. Αυτός ο τύπος ακρωτηριασμού σχετίζεται συνήθως με ένα θρόμβο που οφείλεται σε μια αδιάφορη ιατρική κατάσταση.

v. Νευρογενής

Στην κατηγορία αυτή περιλαμβάνονται ανεπάρκειες των άκρων λόγω ακρωτηριασμών που απαιτούνται για τη θεραπεία ελκών ή λοιμώξεων.

15.2 Γενικές αρχές στα παιδιά

Ο πρωταρχικός στόχος στη διαχείριση των παιδιών με έλλειψη άκρων είναι η μεγιστοποίηση της λειτουργίας. Οι γενικές αρχές που έχουν προαναφερθεί συμβάλλουν δραστικά στην επίτευξη αυτού του στόχου:

- **Διατήρηση του μήκους των οστών**

Το μήκος των οστών μπορεί να διατηρηθεί ακόμη και με λιγότερο από την ιδανική κάλυψη μαλακού ιστού. Τα δερματικά μοσχεύματα μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να επιτευχθεί ικανοποιητική κάλυψη μαλακού ιστού. Η διατήρηση του μήκους σε ένα παιδί συχνά σημαίνει όχι μόνο διάσωση όσο το δυνατόν μεγαλύτερου μήκους οστού, αλλά και τη διατήρηση της αυξητικής πλάκας.

- **Διατήρηση των επιφυσιακών πλακών**

Κατά τη θεραπεία πολύ μικρών παιδιών, η συμβολή της επιφυσιακής πλάκας στο συνολικό μήκος του άκρου μπορεί να είναι πολύ σημαντική, ιδιαίτερα στην περίπτωση των αυξητικών πλακών γύρω από το γόνατο.

- **Διατήρηση της άρθρωσης του γόνατος**

Πολλές μελέτες που εξετάζουν την ανάλυση βάδισης, δείχνουν σαφώς τη σημασία της άρθρωσης του γόνατος στη εμβιομηχανική της λειτουργίας των κάτω άκρων. Επομένως, πρέπει να καταβληθεί κάθε προσπάθεια για τη διατήρηση μιας λειτουργικής άρθρωσης του γόνατος στους ασθενείς.

- **Σταθεροποίηση του εγγύς τμήματος του άκρου**

Πολλά παιδιά που υποβάλλονται σε ακρωτηριασμό λόγω συγγενών διαταραχών έχουν είτε ανεπάρκεια που επηρεάζει περισσότερο το εγγύς μέρος του άκρου ή ανεπάρκεια με κάποια επιπλέον ανωμαλία στο εγγύς τμήμα του άκρου. Για το βέλτιστο λειτουργικό αποτέλεσμα, ενδέχεται να απαιτούνται πρόσθετες χειρουργικές επεμβάσεις ή προσθετικές τροποποιήσεις.

16 Οστεοενσωμάτωση

Η οστεοενσωμάτωση είναι ο επιστημονικός όρος για την ανάπτυξη των οστών σε ένα μεταλλικό εμφύτευμα. Ένα τεχνητό εμφύτευμα που είναι μόνιμα, χειρουργικά αγκυρωμένο και ενσωματωμένο σε οστό, το οποίο στη συνέχεια μεγαλώνει στο εμφύτευμα.

Κάποιοι ειδικοί χρησιμοποιούν οστεοενσωμάτωση στη χειρουργική επέμβαση αντικατάστασης άκρων για ασθενείς με ακρωτηριασμό που δεν έχουν ανεχθεί ή δεν θέλουν να χρησιμοποιήσουν υποδοχή. Είναι μια σημαντική πρόοδος στη χειρουργική επέμβαση ακρωτηριασμού τόσο για τα κάτω όσο και για τα άνω άκρα.

Σε αυτή τη χειρουργική επέμβαση, μια πρόθεση άκρων συνδέεται απευθείας με τον σκελετό. Η πρόθεση είναι ένα επί παραγγελία πορώδες, επικαλυμμένο με τιτάνιο εμφύτευμα που ευθυγραμμίζεται με το οστό του υπολειπόμενου άκρου.

Το HSS ήταν το πρώτο νοσοκομείο στις Ηνωμένες Πολιτείες που χρησιμοποίησε οστεοενσωμάτωση για τη θεραπεία ατόμων με ακρωτηριασμό κάτω από το γόνατο. Η χειρουργική επέμβαση αντικατάστασης άκρου οστεοενσωμάτωσης μπορεί να γίνει στα ακόλουθα οστά:

- Μηριαίο
- Κνήμη
- Βραχίονα
- Κερκίδα και Ωλένη

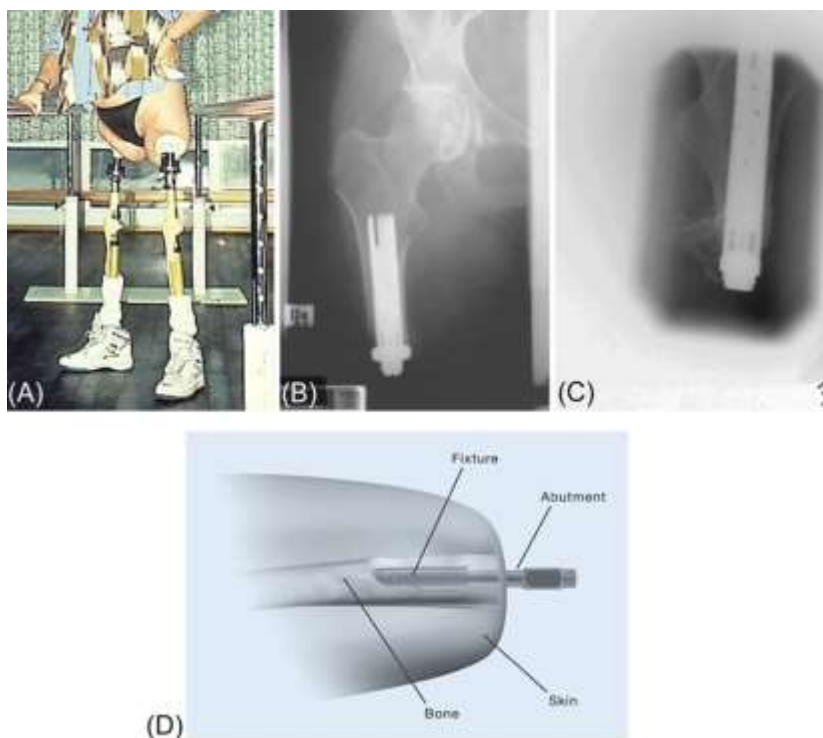


Figure 18 A: Ο πρώτος ασθενής το 1990 με οστεοενσωμάτωση. B,C: Περιλαίμια της εποχής D: Ο βασικός σχεδιασμός των εμφυτευμάτων. (Bertos, G. A., & Papadopoulos, E. G. (2019). *Lower-Limb Prosthetics. Handbook of Biomechanics*, 241–282.)

16.1 Πλεονεκτήματα οστεοενσωμάτωσης

Υπάρχουν πλεονεκτήματα της οστεοενσωμάτωσης έναντι των παραδοσιακών προσθετικών άκρων εφόσον βελτιώνει την κινητικότητα και τον έλεγχο του προσθετικού ποδιού, βελτιώνει την ιδιοδεκτικότητα, μειώνει τον πόνο των νεύρων και εξαλείφει τα κοινά προβλήματα που σχετίζονται με τις υποδοχές.

- Οι ασθενείς με οστεοεντεταμένο άκρο έχουν καλύτερο φυσικό έλεγχο και μια πιο οικεία, συναισθηματική σύνδεση με το προσθετικό πόδι ή το χέρι τους, σε σύγκριση με εκείνους που χρησιμοποιούν μια παραδοσιακή πρόθεση. Η άμεση σκελετική σύνδεση μεταξύ της πρόθεσης και του φυσικού οστού του ασθενούς παρέχει ανώτερη σταθερότητα, δύναμη και μεταφορά ενέργειας (στην οποία μειώνεται η μυϊκή δύναμη από το υπολειπόμενο άκρο όταν συνδέεται με την πρόθεση).
- Συγκεκριμένα, οι ασθενείς που έχουν οστεοενσωματωμένο προσθετικό άκρο έχουν βελτιώσει δραματικά την ιδιοδεκτικότητα. Οι δονήσεις αφής στο εμφύτευμα (όπως κατά τη διάρκεια της πρόσκρουσης στο έδαφος ενώ περπατάνε) μπορούν να μεταφερθούν στο φυσικό οστό του ατόμου. Αυτό βοηθά τους ασθενείς να περπατούν πιο ομαλά, να αισθάνονται πιο σταθεροί και να μεταφέρουν αποτελεσματικά όλη την ισχύ του υπολειπόμενου άκρου τους στην πρόθεση.
- Ακόμα έχουν εξαλειφθεί τα προβλήματα που έχουν ασθενείς με την θήκη όπως τσιμπήματα, ιδρώτας, κακή εφαρμογή ή ανάγκη για συχνή επανατοποθέτηση, κακή ικανότητα ελέγχου της πρόθεσης, πόνος στα νεύρα και στο δέρμα, ερεθισμούς, πληγές και έλκη.
- Στα παραδοσιακά συστήματα προσθετικών ποδιών, μπορεί να υπάρχει κακή εφαρμογή μεταξύ του υπολειπόμενου άκρου και της υποδοχής. Πολλοί ασθενείς εμφανίζουν σημαντικές αλλαγές στο μέγεθος και το σχήμα του υπολειπόμενου άκρου τους κατά τους πρώτους 12 έως 18 μήνες μετά τον χειρουργείο ακρωτηριασμού.
- Επιπλέον, η γωνία στην οποία βρίσκεται το υπόλοιπο πόδι μέσα στην υποδοχή είναι συχνά άνιση με το προσθετικό πόδι. Αυτό ονομάζεται μη ευθυγράμμιση. Αυτό μπορεί να προκαλέσει προβλήματα ισορροπίας και κακή μεταφορά ενέργειας. Ακόμα μπορεί να δυσκολέψει την κίνηση των ασθενών αλλά και να οδηγήσει σε πτώσεις και κατάγματα.
- Επιτρέπει βελτιωμένη κίνηση στα άνω άκρα καθώς σε ασθενείς με προσθέσεις στο βραχίονα και στο χέρι, αφαιρείται η υποδοχή που χρησιμοποιείται συχνά σε προσθετικά άνω άκρου. Αυτό επιτρέπει στον ασθενή να χρησιμοποιεί ενεργά τη φυσική κίνηση των ώμων και των αγκώνων του σώματός του.
- Προσφέρει μειωμένο νευρικό πόνο αφού στις περισσότερες περιπτώσεις, η χρήση πρόθεσης με υποδοχή ασκεί πρόσθετη πίεση στο υπόλοιπο άκρο, γεγονός που επιδεινώνει αυτόν τον πόνο στα νεύρα.

Τα εμφυτεύματα βραχίονα είναι επίσης συμβατά με μυοηλεκτρικές (βιονικές) προθέσεις. Αυτά επιτρέπουν στις μυϊκές συσπάσεις στον υπολειπόμενο βραχίονα να επικοινωνούν με την πρόθεση του βραχίονα και έτσι να επιτρέπουν στους ασθενείς να κινούν ενεργά τον προσθετικό αγκώνα, τον καρπό και το χέρι τους. Οι νέες τεχνολογίες χρησιμοποιούν αλγόριθμους αναγνώρισης προτύπων για την αναμετάδοση σημάτων κίνησης μυών σε πραγματικό χρόνο από το υπολειπόμενο άκρο στον εγκέφαλο και στη συνέχεια πίσω σε μικροελεγκτές που ελέγχουν την κίνηση του βιονικού βραχίονα ή χεριού.

Μεμονωμένοι τύποι προσθετικών άκρων που έχουν σχεδιαστεί για διαφορετικούς σκοπούς, όπως κολύμπι ή τρέξιμο, που μπορούν εύκολα να συνδεθούν και να αποσυνδεθούν από το εμφύτευμα χρησιμοποιώντας ένα κλειδί Allen (εξάγωνο κλειδί) ή εξαρτήματα γρήγορης σύνδεσης.

16.2 Πλάνο θεραπείας / αποκατάστασης

Χρειάζεται μια διεπιστημονική ομάδα επαγγελματιών υγείας για τη διαδικασία οστεοενσωμάτωσης. Κάθε άτομο παίζει ουσιαστικό ρόλο στην εξασφάλιση των καλύτερων αποτελεσμάτων για τον ασθενή. Η ομάδα περιλαμβάνει χειρουργούς, αναισθησιολόγους και νοσοκόμους, επαγγελματίες προσθετικής φυσιοθεραπευτές.

Την επόμενη ημέρα της χειρουργικής επέμβασης, εφαρμόζεται ένα λαστιχένιο πέλμα στο τέλος του στηρίγματος και οι ασθενείς μπορούν σταδιακά να βάλουν βάρος στο νέο εμφύτευμα. Αυτή η διαδικασία φόρτωσης ξεκινά με 20 κιλά για 10 έως 15 λεπτά, τέσσερις έως έξι φορές την ημέρα. Οι ασθενείς στη συνέχεια χρησιμοποιούν δεκανίκια και συνεργάζονται με έναν φυσιοθεραπευτή για αρκετές εβδομάδες για να αυξήσουν σταδιακά τη φόρτωση βάρους έως ότου προσκολληθεί το προσθετικό πόδι και να επιτευχθεί ο σωστός κύκλος βάρδισης.

Μετά από τέσσερις ημέρες, οι ασθενείς μπορούν να ξεκινήσουν καθημερινά ντους και να καθαρίζουν με σαπούνι και νερό. Για τις πρώτες εβδομάδες, η χειρουργική περιοχή θα περιτυλιχθεί με γάζα για να αποφευχθεί η μόλυνση.

Η αντιμετώπιση πόνου γίνεται με φαρμακευτική αγωγή και το προσθετικό πόδι προσαρτάται στο εμφύτευμα από 3 έως 10 εβδομάδες μετά τη χειρουργική επέμβαση, ανάλογα με την ποιότητα των οστών. Μετά από αυτό, οι ασθενείς συνεχίζουν να χρησιμοποιούν δεκανίκια για άλλες έξι εβδομάδες και γίνεται μια παρέμβαση από τον φυσιοθεραπευτή εάν ο μυϊκός πόνος ή η περιορισμένη μυϊκή δύναμη αποτελεί εμπόδιο για την επίτευξη του τελικού στόχου.

Βιβλιογραφία:

1. Randy D Trumbower , Steven L Wolf A Forward Move: Interfacing Biotechnology and Physical Therapy In and Out of the Classroom
2. Israa G. Elsayed, Osman N. Kanwugu, and Maria N. Ivantsova: Red biotechnology: A healthy world
3. Bernard O'Keeffe and Shraddha Rout: Prosthetic Rehabilitation in the Lower Limb
4. Gu, Z., Fu, J., Lin, H., & He, Y. (2019). Development of 3D Bioprinting: From Printing Methods to Biomedical Applications. *Asian Journal of Pharmaceutical Sciences*
5. Almekkawy, M., Chen, J., Ellis, M., Haemmerich, D., Holmes, D., Linte, C., Zderic, V. (2019). Therapeutic Systems and Technologies: State-of-the-Art, Applications, Opportunities and Challenges. *IEEE Reviews in Biomedical Engineering*
6. Pignolo, L. (2009). Robotics in neuro-rehabilitation. *Journal of Rehabilitation Medicine*
7. Mrs. J. M. Walker *Am J Dent Sci.* 1894: Prosthetics 467–470.
8. James G Naples , Marc D Eisen: The History and Evolution of Surgery on the Vestibular Labyrinth
9. Thurston, A. J. (2007). PARÉ AND PROSTHETICS: THE EARLY HISTORY OF ARTIFICIAL LIMBS. *ANZ Journal of Surgery*, 1114–1119.
10. Vera S Gazdić: A Brief History of Anaesthesia
11. Kiyoshi Murata, Mario Arias-Oliva, Jorge Pelegrín-Borondo: Cross-cultural study about cyborg market acceptance: Japan versus Spain
12. Pelegrín-Borondo, J., Arias-Oliva, M., Murata, K., & Souto-Romero, M. (2018). Does Ethical Judgment Determine the Decision to Become a Cyborg? *Journal of Business Ethics*.
13. Steve Fuller: Cyborg Persons: Humanity Played in a Different Key
14. Spyros G. Tzafestas: Roboethics: Fundamental Concepts and Future Prospects
15. Sakaguchi, D. (2013). Orthotics and Prosthetics in Rehabilitation *Orthotics and Prosthetics in Rehabilitation*, 3rd Ed. Lusardi Michelle M. Jorge Milagros Nielsen Caroline C. St Louis, MO: Saunders Elsevier 399-399
16. Bancroft, R. J., McDonough, T., Shakespeare, J., & Lynas, K. (2011). Orthotics. *European Geriatric Medicine*, 122–125
17. Jönsson, S., Caine-Winterberger, K., & Brånemark, R. (2011). Osseointegration amputation prostheses on the upper limbs: methods, prosthetics and rehabilitation. *Prosthetics and Orthotics International*, 190–200
18. Phoebe Sanders, Ross Wadey, Melissa Day: Prosthetic Rehabilitation in Practice: An Exploration of Experiential Knowledge in the Multidisciplinary Team
19. Loris Pignolo, Eng: ROBOTICS IN NEURO-REHABILITATION
20. S. Anna Institute and RAN F Research on Advanced Neuro-rehabilitation
21. Guest, F., Marshall, C., & Stansby, G. (2019). Amputation and rehabilitation. *Surgery (Oxford)*
22. Ghoseiri, K., Allami, M., Soroush, M. R., & Rastkhadiv, M. Y. (2018). Assistive technologies for pain management in people with amputation: a literature review. *Military Medical Research*
23. J.Ivan Krajbich, MD: Lower-Limb Deficiencies and Amputations in Children
24. Weigel, J. P. (2019). Amputation. High-Quality, High-Volume Spay and Neuter and Other Shelter Surgeries, 375–386

25. Shirota, C., Simon, A. M., & Kuiken, T. A. (2015). Transfemoral amputee recovery strategies following trips to their sound and prosthesis sides throughout swing phase. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*
26. Kaur, A., & Guan, Y.-X. (2018). Phantom limb pain: A literature review. *Chinese Journal of Traumatology*.
27. Devinuwara, K., Dworak-Kula, A., & O'Connor, R. J. (2018). Rehabilitation and prosthetics post-amputation. *Orthopaedics and Trauma*, 234–240.
28. Ülger, Ö., & Şener, G. (2011). Functional outcome after prosthetic rehabilitation of children with acquired and congenital lower limb loss. *Journal of Pediatric Orthopaedics B*, 178–183
29. Gallagher, P., & Desmond, D. (2007). Measuring quality of life in prosthetic practice: benefits and challenges. *Prosthetics and Orthotics International*, 167–176
30. Hoellwarth, J. S., Tetsworth, K., Rozbruch, S. R., Handal, M. B., Coughlan, A., & Al Muderis, M. (2020). Osseointegration for Amputees. *JBJS Reviews*
31. Frölke, J. P. M., Leijendekkers, R. A., & van de Meent, H. (2017). Osseointegrated prosthesis for patients with an amputation. *Der Unfallchirurg*, 293–299
32. Sean K. Powell, Rena L. J. Cruz, Maureen T. Ross, and Maria A. Woodruff: Past, Present, and Future of Soft-Tissue Prosthetics: Advanced Polymers and Advanced Manufacturing
33. A comparison of sizes of nanomaterial. Reproduced with permission from reference (Bayda, S., Adeel, M., Tuccinardi, T., Cordani, M., & Rizzolio, F. (2019). *The History of Nanoscience and Nanotechnology: From Chemical–Physical Applications to Nanomedicine*. *Molecules*
34. Shibu Chameettachal, Sriya Yeleswarapu, Shyama Sasikumar, Priyanshu Shukla, Purva Hibare, Ashis Kumar Bera, Sri Sai Ramya Bojedla, Falguni Pati: 3D Bioprinting: Recent Trends and Challenges
35. Sarkar, J. (2015). Design and fabrication of A T.E.N.S. pain relief unit. *Proceedings of the 2015 Third International Conference on Computer, Communication, Control and Information Technology (C3IT)*
36. Yang, J. C., Mun, J., Kwon, S. Y., Park, S., Bao, Z., & Park, S. (2019). *Electronic Skin: Recent Progress and Future Prospects for Skin-Attachable Devices for Health Monitoring, Robotics, and Prosthetics*. *Advanced Material*
37. Sean K. Powell, Rena L. J. Cruz, Maureen T. Ross, and Maria A. Woodruff Past, Present, and Future of Soft-Tissue Prosthetics: Advanced Polymers and Advanced Manufacturing
38. Bancroft, R. J., McDonough, T., Shakespeare, J., & Lynas, K. (2011). *Orthotics*. *European Geriatric Medicine*, 122–125
39. Vincent Bonhomme, Cécile Staquet, Javier Montupil, Aline Defresne, Murielle Kirsch, Charlotte Martial, Audrey Vanhauthuyse, Camille Chatelle, Stephen Karl Larroque, Federico Raimondo, Athena Demertzi, Olivier Bodart, Steven Laureys and Olivia GosserieGeneral Anesthesia: A Probe to Explore Consciousness
40. Pavel, M. A., Petersen, E. N., Wang, H., Lerner, R. A., & Hansen, S. B. (2020). *Studies on the mechanism of general anesthesia*. *Proceedings of the National Academy of Sciences*
41. Markatos, K., Karamanou, M., Saranteas, T., & Mavrogenis, A. F. (2018). *Hallmarks of amputation surgery*. *International Orthopaedics*
42. Esquenazi, A. (2004). *Amputation rehabilitation and prosthetic restoration*. *From surgery to community reintegration*. *Disability and Rehabilitation*, 831–836.
43. Bertos, G. A., & Papadopoulos, E. G. (2019). *Lower-Limb Prosthetics*. *Handbook of Biomechanics*, 241–282

44. Cheung-Hwa Hsu , Chao-Hui Ou, Wei-Lun Hong and Yu-Han Gao From International Conference on Biomedical Engineering Innovation (ICBEI) 2016 Taichung, Taiwan. 28 October–1 November 2016: Comfort level discussion for prosthetic sockets with different fabricating processing conditions
45. Calabrò, R. S., Cacciola, A., Bertè, F., Manuli, A., Leo, A., Bramanti, A., ... Bramanti, P. (2016). *Robotic gait rehabilitation and substitution devices in neurological disorders: where are we now? Neurological Sciences, 503–514*
46. Gazdić, Vera: A brief history of anaesthesia
47. Haraway D: A Cyborg Manifesto
48. Manchikanti, Laxmaiah Singh, Vijay: Managing phantom pain
49. Bertos, Georgios A., Papadopoulos, Evangelos G.: Lower-limb prosthetics
50. Bayda, Samer, Adeel, Muhammad Tuccinardi, Tiziano, Cordani, Marco ,Rizzolio, Flavio: The history of nanoscience and nanotechnology: From chemical-physical applications to nanomedicine
51. Devinuwara, Kanch, Dworak-Kula, Agata, O'Connor, Rory J. : Rehabilitation and prosthetics post-amputation
52. Jönsson, Stewe.Caine-Winterberger, Kerstin, Branemark, Rickard: Osseointegration amputation prostheses on the upper limbs: Methods, prosthetics and rehabilitation
53. Musallam, S., Corneil, B. D., Greger, B. ,Scherberger, H. ,Andersen, R. A.: Cognitive control signals for neural prosthetics
54. Anthi Malliori, E-class upatras Προσθετική & Ορθωτική