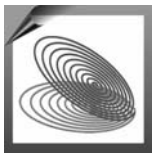
بسم الله الرحمن الرحيم

سافت سوکت‌های الاستومری و ژلی مورد استفاده در پروتزهای اندام تحتانی

نویسنده: سید شاهین همائی گهر

پژوهشکده مهندسی و علوم پزشکی جانبازان(۲۶)

این کتاب حاصل پژوهش کتابخانه ای " بررسی سافت سوکت‌های الاستومری و ژلی مـــورد اســـتفاده در پروتزهـــای انـــدام تحتـــانی " مـــی باشـــدکه در گروه پژوهشی تجهیزات پزشکی پژوهشکده مهندسی وعلوم پزشکی جانبـازان در سال ۱۳۸۳ انجام گرفته است .



سافت سوکت‌های الاستومری و ژلی مورد استفاده در پروتزهای اندام تحتانی

نویسنده: سید شاهین همائی گهر

تیراژ : ۱۰۰۰

چاپ اول : بهار ۱۳۸۴

لیتوگرافی: ۱۲۸

چاپ : صادق

صفحه آرایی :حبیب اله خدمتی

اجرا : عبداله سعیدی

ناشر : پژوهشکده مهندسی و علوم پزشکی جانبازان

نشانی: تهران ، بزرگراه چمران، خیابان یمن، خیابان مقدس اردبیلی ، خیابان فرخ ، پلاک ۲۵

تلفن:۸- ۲۴۱۵۳۶۷ **فاکس** : ۲۴۱۲۵۰۲ **صفحه اطلاعاتی وب:** *www.jmerc.ac.ir*

شابک : ۴-۶-۹۵۶۸۹-۹۶۴ **ISBN: 964-95689-6-4**

این کتاب از طریق سایت www.jmerc.ac.ir قابل دریافت می باشد.

کلیه حقوق برای ناشر محفوظ است.

عنوان مطالب	صفحه
پیشگفتار	I
تقدیر و تشکر	III
۱- مقدمه	۱
۲- آمپوتاسیون	۲
۳- انواع آمپوتاسیون‌های اندام تحتانی	۲
۴- پروتزهای اندام تحتانی	۳
۵- سوکت و سافت سوکت	۵
۶- مزایای استفاده از سافت سوکت‌ها	۷
۷- انواع سافت سوکت‌ها	۸
۸- انواع سافت سوکت‌ها از لحاظ نوع ماده بکاررفته در ساخت آن‌ها	۹
۸-۱- سافت سوکت‌های از جنس *Surlyn®*	۹
۸-۲- سافت سوکت‌های الاستومری سیلیکونی	۱۰
۸-۲-۱- سیلیکون یک ماده جایگزین	۱۱
۸-۲-۲- تاریخچه و مقدمه پیدایش سافت سوکت‌های سیلیکونی	۱۱
۸-۲-۳- روش ساخت	۱۲
۸-۲-۴- خواص ویژه سافت سوکت‌های سیلیکونی	۱۳
۸-۲-۵- عکس العمل بیماران در قبال سوکت‌های مکشی سیلیکونی	۱۴
۸-۲-۶- انواع استامپ‌هایی که با سافت سوکت‌های سیلیکونی قابل فیت شدن هستند	۱۶
۸-۲-۷- امتیازات سافت سوکت‌های مکشی سیلیکونی	۱۶
۸-۲-۸- معایب سافت سوکت‌های مکشی سیلیکونی	۱۷
۸-۳- سافت سوکت‌های سیلیکون ژلی	۱۷
۸-۴- سافت سوکت‌های یورتان ژلی	۱۹
۸-۵- سافت سوکت‌های فومی (متخلخل)	۲۱
۸-۶- سافت سوکت‌های از جنس ژل مینرالی	۲۳
۹- مقایسه انواع سافت سوکت‌ها از لحاظ جنس (خواص مهندسی)	۲۴

۹-۱- سفتی یا صلبیت ۲۴
۹-۲- میزان جذب انرژی ۲۶
۹-۳- میزان دفرماسیون پسماند تحت بار معین ۲۶
۹-۴- جذب ضربه توسط ماده ۲۷
۹-۵- مقایسه و ارزیابی مواد ۲۷
۱۰- بررسی مناسب‌ترین نوع سافت سوکت‌ها از لحاظ نوع استامپ (ارائه مشخصات مناسب‌ترین سافت سوکت‌ها) ۲۸
۱۱- مقایسه انواع سافت سوکت‌ها از لحاظ مختصات طراحی ۲۹
۱۱-۱- وجود بافت تقویت کننده ۲۹
۱۱-۲- نوع طراحی به کار رفته در انتهای یک سافت سوکت ۳۰
۱۱-۳- سیستم اتصال *(Connection System)* ۳۱
۱۱-۴- نوع پروفیل یا مقطع سافت سوکت ۳۲
۱۱-۵- وجود حلقه‌ی آمبرلا در انتهای سافت سوکت ۳۲
۱۱-۶- شفافیت یا رنگی بودن یک سافت سوکت ۳۳
۱۲- مشکلات زیستی مرتبط با استفاده از سافت سوکت‌ها ۳۳
۱۲-۱- آسیب‌های بیومکانیکی ۳۴
۱۲-۲- آسیب‌های ناشی از تعریق شدید استامپ در سوکت ۳۷
۱۲-۳- آسیب‌های ناشی از بروز واکنش‌های حساسیت زا در قبال مواد تشکیل دهنده سافت سوکت ۳۸
۱۲-۴- عفونت پیازهای مو ۳۹
۱۲-۵- عارضه *Verrucose hyperplasia* ۳۹
۱۳- بهداشت و مراقبت از سافت سوکت ۴۰
۱۴- تاثیر شرایط استفاده مانند آب و هوا بر عملکرد سافت سوکت‌ها ۴۰
۱۵- بکارگیری سیستم تعلیق مکشی در سوکت‌ها ۴۱
۱۵-۱- سیستم‌های تعلیق ۴۱
۱۵-۲- سیستم تعلیق مکشی *(Suction Suspension System)* ۴۱
۱۵-۳- سافت سوکت‌های مورد استفاده در سیستم تعلیق مکشی ۴۳
۱۵-۳-۱- سافت سوکت‌های قفل شونده ۴۴
۱۵-۳-۲- سافت سوکت‌های کوشن ۴۴

۱۶- معرفی محصولات برخی شرکت‌های شاخص تولیدکننده سافت سوکت ۴۵
۱-۱۶- انواع سافت سوکت‌های ساخت شرکت*Ossur* ۴۵
۲-۱۶- انواع سافت سوکت‌های ساخت شرکت*Ottobock* ۵۰
۳-۱۶- انواع سافت سوکت‌های ساخت شرکت*Alpha* ۵۲
۴-۱۶- سافت سوکت *Aegis* ۵۳
۵-۱۶- انواع سافت سوکت‌های ساخت شرکت*Silipos* ۵۴
۶-۱۶- سافت سوکت *TEC(Total Enviroment Control)* ۵۵
۷-۱۶- انواع سافت سوکت‌های ساخت شرکت*SPS* ۵۵
۸-۱۶- انواع سافت سوکت‌های ساخت شرکت*ALPS* ۵۷
۱۷- نتیجه‌گیری ۵۹
۱۸- بررسی مراجع مورد مطالعه ۶۰
۱-۱۸- ژورنال توانبخشی *JPO* ۶۰
۲-۱۸- کتاب های مرجع ۶۳
۳-۱۸- پایان نامه‌های معتبر دانشگاهی ۶۳
۴-۱۸- ژورنال های مرتبط با *Department of VA(Veterans-Affairs)* ۶۴
۵-۱۸- ژورنال *First step* ۶۵
۶-۱۸- سایر ژورنال‌های معتبر علمی ۶۶
۷-۱۸- محتوای دوره های آموزشی در مراکز دانشگاهی و تحقیقاتی شناخته شده در دنیا ۶۹
۸-۱۸- وب سایت های معتبر علمی ۷۱
۹-۱۸- وب سایت شرکت‌های شناخته شده در زمینه تولید و عرضه ادوات پروتزی به ویژه سافت سوکت‌ها ۷۲
۱۰-۱۸- مراجع ۷۵

پیشگفتار :

ازدست دادن اعضای بدن به علل مختلف و به اشکال گوناگون و درکنار آن یافتن و ساختن جایگزینی مناسب برای عضو قطع شده همواره یکی از دغدغه های پزشکان ونیز مهندسین پزشکی بوده است .

در این میان ، قطع اندام، بویژه اندام تحتانی ، بدلیل احتمال آسیب بالقوه بیشتر از سایر اعضاء و نیز سهولت بازتوانی در افراد مبتلا در حد قابل قبول ، بیشتر مورد توجه بوده و باعنایت به افزایش روز افزون حوادث منجر به قطع این اعضاء در جوامع بشری ، اهمیت بیشتری نیز می یابد.

حداکثر کارایی بهمراه حداقل عوارض، در ضمن سهولت کاربرد ،ارزان بودن و در حد امکان حفظ تناسب و زیبایی از خصوصیات مشترکی هستند که در وهله اول هم از نگاه شخص آسیب دیده و هم از دید درمانگر وی در زمان انتخاب پروتز مدنظر قرار می گیرند و صد البته که لزوماً بایستی در موقع ساخت نیزاز دیدگاه مهندسی پزشکی مورد توجه قرار گیرند.

در موقع استفاده از پروتزهای اندام تحتانی ، استامپ (اندام با قیمانده) و پروتز هردو در معرض فشارهای متقابل و بشدت متغیر ناشی از وزن بدن بویژه در حین حرکت می باشند . بهمین دلیل کیفیت سوکت که واسطه استامپ و پروتز می باشد ، نقش تعیین کننده ای در تعدیل عوارض و تامین خصوصیات مورد نظر خواهد داشت .

در راستای نیل به کیفیت برتر سوکت بویژه از نقطه نظر کاهش آسیب بر استامپ که بی شک بهترین اصل در کاربرد پروتزهاست ، موضوع استفاده از یک لایه دیگر بنام سافت سوکت بعنوان فصل مشترک بین سوکت و استامپ مطرح گردیده است . بهمین دلیل بهترین قسمت در کیفیت مناسب یک پروتز اندام تحتانی ، وضعیت مطلوب سافت سوکت آن می باشد . این نکته بخصوص با توجه به امکان تغییر جزیی در فرآیند تولید بمنظور انطباق هرچه بیشتر سافت سوکت با وضعیتهای خاص یک استامپ ، اهمیت طراحی ایده آل سافت سوکت را دوچندان می سازد .

اولین قدم در ساخت چنین سافت سوکتهایی ، انتخاب ماده ای مطلوب و دومین گام طراحی مناسب آن براساس اصول علمی تعریف شده در بیومتریال و بیومکانیک است.
در این کتاب که به اراده پژوهشکده مهندسی وعلوم پزشکی جانبازان و با کوشش آقای مهندس شاهین همایی گهر منتشر گردیده است ، سعی شده تا با تکیه بر همین اصول ، دوگروه از سافت سوکتهای پلیمری که بیشترین استفاده را در پروتزهای اندام تحتانی دارند مورد بررسی دقیق قرار گیرند . امید است این تالیف به زبان فارسی که در نوع خود کم نظیر است ، مورد استفاده گروه پزشکی برای ارائه خدماتی بهتر به افراد دچار قطع عضو و گروه مهندسی پزشکی برای ارائه تولید اتی مناسبتر در کشور قرار گیرد و متقابلاً راهبردی باشد برای هر دوگروه که دین خود را تلاشی مقدس بمنظور پرنمودن جای خالی کتابهای از این دست ادا نمایند .

دکتر حمید کشوری
عضو هیئت علمی دانشکده مهندسی پزشکی
دانشگاه صنعتی امیر کبیر

تقدیر و تشکر

در این تحقیق سعی شد از بهترین و کامل ترین منابع در جهت ارائه یک کار تحقیقاتی قوی بهره گرفته شود. در کنار بهره گیری از منابع موجود، از مشاوره و راهنمایی افراد دلسوز و اندیشمندی نیز در پیمودن این مسیر و انجام این پروژه استفاده شد که می بایست تشکر و سپاس خودم را نسبت به تمامی آنان ابراز دارم.

از افرادی که در انجام این تحقیق با اینجانب کمال همکاری را داشتند می توانم به اساتیدی چون آقایان دکتر محمدرضا سروش، ریاست محترم پژوهشکده مهندسی و علوم پزشکی جانبازان، دکتر رضا امینی، مدیر محترم پژوهشی پژوهشکده، مهندس عقیل اسدی، مدیر محترم مرکز ارتز و پروتز کوثر، دکتر حمید کشوری ناظر محترم این طرح و در نهایت به آقای مهندس مصطفی علامی دبیر محترم گروه پژوهشی تجهیزات پزشکی اشاره کنم که بی شک عدم همکاری این بزرگواران با اینجانب، پیمودن این مسیر و انجام سزاوارانه این تحقیق را ممکن نمی‌ساخت.

سید شاهین همائی گهر

تابستان ۱۳۸۳

۱) مقدمه

در سالیان اخیر بروز و عرضه ابداعات و نوآوری‌های فنی جدید سبب شده تا امروز اندام‌های مصنوعی نسبت به انواع قدیمی خود بسیار راحت‌تر ، موثرتر و مناسب‌تر تولید شوند. در این راستا می‌توان ادعا نمود که در آینده نزدیک نیز نوآوری‌های جالب توجهی در این زمینه ایجاد خواهند شد که در حقیقت حاصل برهم‌کنش سه فاکتور مهم : نیازمندی‌های افراد دچار قطع عضو (آمپوته[1] ها) ، پیشرفت‌های حاصل شده در زمینه مهندسی و پزشکی و همچنین سرمایه‌گذاری کافی در جهت حفظ سلامت افراد خواهند بود.

آمپوتاسیون یا همان قطع عضو یکی از پیامدهای برخی بیماریهای خاص و حوادث گوناگون است که از دیرباز با تاریخ بشر همراه بوده است. با روند رو به گسترش علم و پیشرفت انسان ، پیوسته انواع رو به تکاملی از ادوات پزشکی مرتبط با این عارضه نیز ارائه گردیده‌اند. بطوری که با مطالعه تاریخچه ادوات کمکی مورد استفاده در زمینه آمپوتاسیون می‌توان مشاهده نمود که برای مثال در طرح‌های اولیه پروتزهای اندام تحتانی ، در ساخت سوکت از چوب یا چرم استفاده می‌شده است ولی با گذشت زمان و پیشرفت علم ، مواد جدیدتری برای جایگزینی مواد قدیمی‌تر مطرح شده‌اند. بطوریکه امروزه از کامپوزیت‌های الیافی که جزو مواد پیشرفته محسوب می‌شوند در ساخت سوکت‌های پروتزی استفاده می‌گردد.

در این راستا با توجه به نیاز افراد آمپوته به داشتن سوکتی با نرمی و تطبیق بیشتر، همواره لزوم استفاده از یک بستر منعطف و نرم به عنوان فصل مشترک سوکت سخت و استامپ وجود داشته تا اینکه گونه‌ای از سوکت‌ها تحت عنوان سوکت‌های نرم یا سافت سوکت‌ها در جهت ایجاد راحتی بیشتر بیمار و انتقال موثرتر بار میان پروتز و استامپ تولید گردیدند. سافت سوکت‌ها نیز همانند نوع سخت خود که رابطی میان سایر قسمت‌های پروتز و استامپ به حساب می‌آید با گذشت زمان و مطرح شدن مواد جدیدتر دچار تحولات عمده‌ای از لحاظ پارامترها مهندسی و کیفیت گردیده‌اند بطوریکه با پیشرفت علم مهندسی پزشکی و ارائه مواد جدید ، طیف متنوعی از انواع سافت سوکت‌ها را امروزه می‌توان یافت. با توجه به این گوناگونی قطعا برخورداری از یک دید مناسب و شناخت کافی در مورد این سافت سوکت‌ها در راستای انتخاب مناسب‌ترین نوع آن‌ها در میان انواع گوناگون سافت سوکت‌های عرضه شده ضرورتی انکارنشدنی به نظر می‌آید. در این راستا

[1] -Amputee

و با توجه به این ضرورت در این تحقیق سعی گردید که انواع گوناگون این ادوات از لحاظ پارامترهای مختلف مهندسی و پزشکی مورد بررسی قرار گیرند.

در ابتدای بحث به عارضه آمپوتاسیون ، انواع آمپوتاسیون‌ها در سطح اندام تحتانی و مشخصات انواع پروتزهای اندام تحتانی که در این زمینه مورد استفاده قرار می‌گیرند ، پرداخته خواهد شد.

۲) آمپوتاسیون

آمپوتاسیون یا همان قطع عضو از قدیمی‌ترین اعمال جراحی است که بشر به یاد دارد. عمده‌ترین دلایل بروز آمپوتاسیون ، بیماری‌های عروقی محیطی ، صدمات ، عفونت ، تومورها و ناهنجاری‌های مادرزادی می‌باشد.

اصلی‌ترین دلیل آمپوتاسیون اندام تحتانی در کشورهای توسعه یافته ، اختلالات عروقی می‌باشد که در میان این اختلالات ، تصلب شرایین در درجه اول قرار دارد. با این حال تا حدود یک سوم این قبیل بیماران به دلیل عارضه دیابت دچار این ضایعه می‌گردند. این افراد معمولا در دهه ششم یا بالاتر زندگی خود هستند و اغلب مشکلات جسمی اضافه‌تری نیز دارند که توانایی حرکت را در آن‌ها محدود می‌سازد.

برخلاف کشورهای اشاره شده ، ضایعه‌ای مانند آمپوتاسیون در کشورهای در حال توسعه شدیدتر دیده می‌شود. در این کشورها اغلب آمپوتاسیون‌ها به علت تروما و آسیب‌های مرتبط با تصادفات، حوادث صنعتی یاجنگ می‌باشد وبیشتر دربالغین زیر پنجاه سال صورت می‌گیرد.

آمپوتاسیون بنابه محل آن در اندام‌های تحتانی یا فوقانی صورت می‌پذیرد.

۳) انواع آمپوتاسیون‌های اندام تحتانی

آمپوتاسیون در اندام تحتانی حدود ۸۵ درصد از کل قطع عضوها را شامل می‌شود که ممکن است در یک اندام یا دو اندام تحتانی صورت پذیرد. در حالت اول به آن آمپوتاسیون یک طرفه و در حالت دوم به آن آمپوتاسیون دوبل اندام تحتانی گفته می‌شود. آمپوتاسیون همچنین در سطوح مختلف اندام تحتانی انجام می‌شود. سطح آمپوتاسیون بر اساس نظر جراح انتخاب می‌شود. معمول‌ترین سطوح آمپوتاسیون اندام تحتانی عبارتند از:

۱) آمپوتاسیون در حد پنجه پا (Foot) شامل:

- قطع در سطح انگشتان و استخوان‌های متاتارسال (کف پایی)

- آمپوتاسیون لیس فرانک[۲] در حد مفصل تارسومتاتارسال
- آمپوتاسیون چوپارت[۳] در حد فاصل میان استخوان‌های تارسال
- آمپوتاسیون پیروگوف[۴] در حد استخوان‌های تارسال

۲) آمپوتاسیون در حد مچ پا

۳) آمپوتاسیون زیرزانو (Below Knee Amputation): پایین‌تر از مفصل زانو و بالاتر از مفصل مچ

۴) آمپوتاسیون روی زانو(Knee Disarticulation) : در حد مفصل زانو

۵) آمپوتاسیون بالای زانو(Above Knee Amputation): بالاتر از مفصل زانو و پایین‌تر از مفصل ران

۶) آمپوتاسیون‌کانادین[۵] (Hip Disarticulation): قطع کامل‌اندام‌تحتانی درحدمفصل رانی

۴) پروتزهای اندام تحتانی

پس از بروز آمپوتاسیون در سطح اندام تحتانی ، افراد آمپوته برای بازیابی توانایی راه رفتن و ایستادن خود به پروتزها نیاز دارند. پس از انجام عمل آمپوتاسیون ، در کنار انجام فیزیوتراپی و آماده‌سازی روحی روانی بیمار ، اقدامات عملی برای ساخت پای مصنوعی یا همان پروتز اندام تحتانی آغاز می‌شود.

هدف از ساخت پروتز اندام تحتانی در درجه نخست برقراری امکان مجدد راه رفتن بیمار می‌باشد. برای تامین این هدف ، پروتز می‌بایست شرایط زیر را داشته باشد:

۱) وزن بیمار را به نحو مناسبی به زمین انتقال دهد.

۲) بر روی پای بیمار به صورت مناسبی ثابت باشد و از تعلیق مطلوبی برخوردار باشد.

۳) بیمار با آن بتواند حتی الامکان با الگوی راه رفتن طبیعی حرکت نماید.

۴) ظاهری مناسب داشته باشد.

۵) از حداقل وزن برخوردار باشد.

جهت تامین این اهداف ، قطعا تمامی اجزاء یک پروتز مدولار اندام تحتانی می‌بایست از ویژگی‌های مناسبی که نهایتا تامین کننده خواص مورد انتظار یک پروتز اندام تحتانی باشد ، بهره‌مند باشند.

---

[2] -Lisfranc
[3] -Chopart
[4] -Pirogoff
[5] -Canadian

در کل یک پروتز اندام تحتانی بنا به سطح آمپوتاسیون از چندین جزء مدولار تشکیل شده است. شاخص‌ترین اجزاء یک پروتز اندام تحتانی عبارت می‌باشند از:

۱) یک سوکت و سافت سوکت
۲) سیستم واسط
۳) پنجه مصنوعی
۴) مفاصل ران و زانو
۵) سیستم تعلیق
۶) وسایل جانبی مانند آداپتور چرخان

در شکل ۱ تصویر یک پروتز اندام تحتانی را می‌توان مشاهده نمود.

با روند روبه رشد علوم مهندسی ، پروتزهای اندام تحتانی در دو دهه اخیر پیشرفت‌های شایان توجهی نموده بطوریکه امروزه در تک تک اجزاء اشاره شده یک پروتز اندام تحتانی با تحولات قابل توجهی روبرو هستیم. برای مثال در مورد برخی کاربردهای ویژه همانند ورزش پروتزهای خاصی طراحی شده‌اند که امکان حضور معلولین آمپوته را حتی در میادین ورزش فراهم نموده است(شکل ۲). از جمله پیشرفت‌هایی که در زمینه طراحی وساخت پروتزهای اندام تحتانی حاصل شده می‌توان به طراحی و ساخت پنجه‌های پیشرفته‌ی فلکس فوت (Flex Foot) ، مفاصل زانوی

شکل ۱- تصویر یک نوع پروتز اندام تحتانی ترانس تیبیال

پنوماتیک ، هیدرولیک و هوشمند ، شل‌ها یا همان ساخت سوکت‌های الاستومری یا ژلی و سیستم‌های قالبگیری کامپیوتری (CAD CAM) اشاره نمود.

یکی از مهم‌ترین اجزاء یک پروتز اندام تحتانی ، بی‌شک سوکت و متعلقات آن می‌باشد. کنترل مناسب یک پروتز بی‌تردید جز با طراحی صحیح سوکت آن پروتز میسر نمی‌شود. از جمله پارامترهای مهم در طراحی یک سوکت ، نوع و کیفیت فصل مشترک آن با استامپ یک فرد آمپوته می‌باشد. در اینجاست که لزوم استفاده از یک بستر نرم و منعطف بیش از پیش جلوه گر می‌شود. در ادامه بحث به این جزء پراهمیت در ساختار یک پروتز اندام تحتانی بیشتر خواهیم پرداخت.

۵) سوکت و سافت سوکت

در میان اجزاء یک پروتز اندام تحتانی سوکت و متعلقات آن از آنجاکه در تماس مستقیم

شکل ۲- مطرح شدن پروتزهای جدید در عرصه‌های گوناگونی چون میادین ورزش

با بدن (استامپ یا همان اندام باقیمانده) می‌باشند و درحقیقت به صورت یک فصل مشترک میان آناتومی بدن و اندام مصنوعی عمل می‌کند ، از مهم‌ترین بخش‌های یک پروتز اندام تحتانی به شمار می‌آید .

سوکت ، اتصال میان اندام باقیمانده و پروتز را تشکیل می‌دهد و در حقیقت این امکان را به استفاده‌کننده می‌دهد که بتواند وزن خودش را از طریق اندام مصنوعی به زمین انتقال دهد.

بنابراین می‌توان دریافت از لحاظ بیومکانیکی سوکت نقش مهمی را در یک پروتز اندام تحتانی بازی می‌کند و به همین خاطر طراحی صحیح آن از اهمیت بالایی برخوردار است. در شکل۳ تصویری از یک نوع سوکت را می‌توان مشاهده نمود.

در طراحی صحیح یک سوکت بحث کیفیت فصل مشترک آن با استامپ و نحوه انتقال بارهای وارده از جانب سوکت به استامپ بسیار اهمیت دارد ، بدین منظور لزوم وجود یک ماده واسط در نقش فصل مشترک اهمیت خاصی پیدا می‌کند، به همین خاطر سوکت غالبا برای راحت‌تر بودن از یک لاینر یا سافت سوکت نیز برخورداراست.

شکل ۳- تصویر یک سوکت مورد استفاده در پروتز اندام تحتانی

بجز بحث افزایش راحتی استامپ داخل سوکت ، هدف دیگری که از استفاده از سافت سوکت‌ها دنبال می‌شود مساله انطباق کامل و مناسب استامپ در داخل سوکت است که این امر به کمک سافت سوکت‌ها تامین می‌شود. در حقیقت از آنجاکه راحتی فرد آمپوته و توانایی کنترل اندام مصنوعی به طراحی صحیح و فیت شدن مناسب پروتز (سوکت) بر روی استامپ بستگی دارد تامین کیفیت مناسب در فصل مشترک میان استامپ و پروتز مهم‌ترین بخش طراحی یک پروتز اندام تحتانی محسوب می‌شود. به عبارتی می‌توان گفت هرچه سایر اجزاء یک پروتز اندام تحتانی خوب باشند ، ولی سافت سوکت آن پروتز کیفیت مناسبی نداشته باشد ، کنترل و راحتی خوبی در آن پروتز وجود نخواهد داشت.

یک سافت سوکت علاوه بر محافظت اندام باقیمانده (استامپ) درمقابل ضربه ، خراشیدگی ، فشار و اصطکاک می‌بایست بتواند نیروهای مرتبط با فعالیت‌هایی نظیر ایستادن و حرکت را نیز منتقل کند. بنابراین در کنار طراحی دقیق سوکت ، طراحی مناسب یک سافت سوکت نیز از اهمیت بالایی برخوردار است تا انتقال بار رضایتبخش ، ثبات مناسب و کنترل موثری برای حرکت حاصل شود. این اهداف با میزان انعطاف بافت‌های نرم اندام باقیمانده و تحمل موضعی آن‌ها در برابر نیروهای خارجی اعمالی بوسیله سوکت محدود و منحصر می‌گردد. از آنجاکه بافت‌های نرم اندام باقیمانده برای تحمل بار به خوبی آماده نیستند ، هرگونه توزیع بار نامطلوبی ممکن است سبب درد و آسیب پوست گردد. بنابراین باز همانطور که دیده می‌شود طراحی صحیح سافت سوکت به عنوان راه حلی برای توزیع مناسب بار ، یک فرایند حساس و مهم در طراحی سوکت پروتز اندام تحتانی به شمار می‌آید.

همانطور که اشاره شد احساس راحتی در سافت سوکت برای یک شخص آمپوته بسیار مهم است. بدین خاطر انتخاب یک ماده مناسب در ساخت سافت سوکت که سبب راحتی بیشتر استامپ و کاهش نیروهای فشاری و اصطکاکی گردد حائز اهمیت بالایی است. در این زمینه همچنین می‌بایست این نکته را مورد توجه قرار داد که جنس و ماده بکاررفته در ساخت سافت سوکت عاری از هرگونه حساسیت‌زایی بر روی استامپ باشد به طوری که عنوان شده برخی از استامپ‌ها به گروهی از مواد مشخص حساس هستند و در تماس با این گروه مواد مستعد به جمع شدن و تغییرات آناتومیکی می‌باشند. درکل می‌بایست عنوان نمود انتخاب مواد مناسب برای ساخت اجزاء یک پروتز اندام تحتانی بایستی نه تنها بر اساس الزامات کارکردی آن جزء بلکه با درنظرگیری پارامترهایی مانند قیمت ماده ، قابلیت ساخت و تولید آن ماده ، فراهم بودن و قابلیت تعمیر و ترمیم آسان آن ماده نیز باشد. از عمده‌ترین موادی که در ساخت سافت سوکت‌ها تا به امروز به کار رفته‌اند می‌توان به فوم‌ها ، ژل مینرالی ، سیلیکون (رابر و ژل) و پلی یورتان (فوم و ژل) اشاره داشت.

۶) مزایای استفاده از سافت سوکت‌ها

در کل امتیازات استفاده از سافت سوکت‌ها را در یک پروتز اندام تحتانی در این موارد می‌توان برشمرد:

۱) سافت سوکت‌ها سبب محافظت عالی اندام در برابر اصطکاک می‌گردند.

۲) سافت سوکت‌ها به خاطر ماهیت سیلان دار مواد سازنده خود سبب توزیع عالی فشاردینامیک می‌گردند.

۳) با سافت سوکت‌ها به تعلیق مناسبی (تعلیق یا همان نحوه قرارگیری سوکت روی اندام باقیمانده) می‌توان دست یافت.

۴) سافت سوکت‌ها شرایط بسیار نرمی را برای استامپ فراهم می‌کنند و از این طریق راحتی فرد آمپوته را باخود همراه دارند.

۵) سافت سوکت‌ها سبب حداقل حرکت پیستونی استامپ در داخل سوکت می‌شوند (حرکت پیستونی نوعی حرکت به سمت بالا و پایین استامپ در داخل سوکت می‌باشد) و همچنین سافت سوکت نیروهای برشی اعمالی را از پوست به سمت سطح خارجی سافت سوکت دور می‌کند و بدین وسیله احتمال ایجاد هرگونه زخم و خراشیدگی به حداقل کاهش می‌یابد.

۶) ازآنجاکه سافت سوکت‌ها منعطف و نرم هستند و شرایط گرم و نرمی را برای استامپ فراهم می‌کنند ، در حقیقت بدون اینکه از میزان انطباق و فیت سوکت بکاهند به تطبیق و سازگاری با تغییرات حجمی استامپ کمک می‌کنند.

۷) با استفاده از سافت سوکت‌های مکشی دیگر به ادواتی مانند کمربندها ، نوارها و اسلیوهای نئوپرن برای تعلیق پروتز نیازی نیست و بدین خاطر ظاهر پروتز بسیار مناسب‌تر خواهد بود.

۷) انواع سافت سوکت‌ها

از دهه ۱۹۸۰ تاکنون متخصصین پروتز و محققان در سراسر جهان ابداعات ارزشمندی را در زمینه طراحی و انتخاب مواد برای ساخت سافت سوکت‌هایی که بتوانند بطور بسیار موثری اتصال میان سوکت و استامپ را بهبود بخشند ، ارائه نموده‌اند. از جمله این ابداعات می‌توان به بکارگیری مواد الاستومری سیلیکونی و سایر مواد ژلی در ساخت سافت سوکت‌های پروتز اندام تحتانی اشاره نمود. امروزه الاستومرهای سیلیکونی بطور گسترده‌ای برای ایجاد یک آستر داخلی الاستیک و نرم در داخل سوکت به عنوان یک سافت سوکت مورد استفاده قرار می‌گیرند. در کنار این مواد الاستومری ، در سالیان اخیر محققین همچنین انواعی از مواد ژلی ضخیم‌تر که علاوه بر ایجاد نرمی ، توزیع مناسبی از فشار را نیز ارائه می‌کنند هم تولید نموده‌اند.

سافت سوکت‌ها را از چند منظر می‌توان مورد بررسی قرار داد. پارامترهایی چون جنس پلیمر و خواص مختلف آن ، نحوه طراحی و مختصات طراحی بکاررفته در ساختار آن‌ها تمام از مواردی هستند که می‌توانند در بررسی و مقایسه انواع سافت سوکت‌ها مورد توجه قرار گیرند. با توجه به این موارد ، در ادامه بحث ، سعی می‌شود انواع سافت سوکت‌ها از جنبه‌های گوناگون اشاره شده مورد مقایسه و بررسی قرار داده شوند.

۸) انواع سافت سوکت‌ها از لحاظ نوع ماده بکاررفته در ساخت آن‌ها

۸-۱) سافت سوکت‌های از جنس ***Surlyn®***

این نوع سافت سوکت یکی از قدیمی‌ترین نوع سافت سوکت‌هایی بوده است که به منظور تطبیق سوکت و استامپ مورد استفاده قرارگرفته است. با پیشرفت مهندسی و علم مواد و پیدایش مواد پلیمری مناسب‌تر مانند یورتان و سیلیکون میزان تقاضا برای این نوع سافت سوکت نیز کاهش یافت.

Surlyn® در حقیقت یک نوع کوپلیمر اتیلن - متااکریلیک اسید بوده که نوعی مخلوط شفاف پلی تین و متالیک اکریلات‌ها به حساب می‌آید. موارد کاربرد عمده این پلیمر در ارتزهای اندام‌های فوقانی و تحتانی ، ژاکت‌ها و جوراب‌های پروتزی نرم می‌باشد.

این ماده در دماهای پایین از مقاومت به ضربه یا تافنس خوبی برخوردار است ، در برابر خراشیدگی ، مواد شیمیایی گوناگون نیز مقاومت بالایی دارد از جمله خواص فیزیکی شاخص آن به شفافیت بالای این ماده پلیمری می‌توان اشاره نمود.

در تاریخ دسامبر سال ۱۹۸۳ ، برای نخستین بار این نوع سافت سوکت‌ها برای آمپوته‌های زیر زانو عرضه شدند. در حقیقت این سافت سوکت به عنوان جزیی از نوعی سوکت مکشی به همین نام ، با یک ساختار نازک در جداره‌ها برای تطبیق بیشتر استامپ با سوکت مورد استفاده قرار می‌گرفت. برای حفظ تعلیق در سوکت Surlyn® ، فیت و تطبیق بودن دقیق استامپ و سوکت بسیار اهمیت داشت.

Surlyn® با وجود اینکه در مقاطع نازک بسیار منعطف و نرم است با این حال قادر به جبران تغییرات رخ داده در حجم استامپ بیمار به هیچ وجه نمی‌باشد. بنابراین آتروفی استامپ یا هرگونه افزایش یا افت وزن می‌تواند به قیمت کاهش میزان تعلیق یا نحوه عملکرد صحیح پروتز تمام شود. در صورتیکه Surlyn® به نحو مناسبی ساخته و به کارگرفته شود می‌تواند از دوام مناسبی برای کاربرد به عنوان سوکت نرم بالای زانو نیز برخوردار شود. با این حال ، به منظور بکارگیری در پروتزهای زیر زانو به موارد متعددی از افت دوام و پایداری این نوع سافت سوکت اشاره شده است. از دیگر مشکلات این نوع سافت سوکت‌ها بایستی به پیدایش ترک و همچنین پارگی آن‌ها در حین کاربرد اشاره نمود. گمان می‌شود وجود تنش‌های تکرار شونده موجود در حین پوشیدن و خارج کردن سافت سوکت و همچنین پدیده خستگی ناشی از تحرک فرد آمپوته منجر به از کارافتادگی و معیوب شدگی این سافت سوکت‌ها می‌گردد.

به سبب بروز اینگونه مشکلات تلاش‌ها معطوف به یافتن جایگزین‌های مناسب‌تری برای این ماده پلیمری گردید ودر این راستاسافت سوکت‌های سیلیکونی درسال۱۹۸۶مطرح شدند.

در شکل ۴ تصویر سافت سوکت ®Surlyn را می‌توان مشاهده نمود.

۲-۸) سافت سوکت‌های الاستومری سیلیکونی

پس ازمشکلاتی که درارتباط با سافت سوکت‌های ®Surlyn بروز نمود و منجر به ناکارآیی این‌نوع سافت سوکت‌هاگردید همانطور که اشاره شد تلاش‌ها درجهت یافتن جایگزین مناسبی برای

شکل ۴- سافت سوکت ®Surlyn

این نوع سافت سوکت افزایش یافت.

نتیجه این تلاش‌ها عرضه نوع جدیدی از سافت سوکت‌ها تحت عنوان سافت سوکت‌های سیلیکونی بود که امروزه استفاده از آن‌ها در هر دو گروه آمپوته‌های ترانس فمورال و ترانس تیبیال مرسوم است.

۱-۲-۸) سیلیکون یک ماده جایگزین

موارد مصرف سیلیکون در پزشکی و صنایع مرتبط با آن در طول سالیان متمادی روند رو به رشدی داشته است. هم اکنون این ماده در صنعت ساخت پروتز بصورت یک ماده پدی[۶] در سوکت‌ها ، به عنوان یک جزء تعلیقی در سوکت مکشی سیلیکونی (3S ICEROSS) و همچنین ماده‌ای که در ساخت پروتزهای ترمیمی زیبایی موردنظر است ، مطرح می‌باشد. این ماده در اشکال متنوعی تولید می‌شود و می‌تواند در یک دورومتر[۷] سفت یا برعکس بسیار نرم ساخته شود. زمانیکه سیلیکون بسیار نرم تولید می‌شود ، نه تنها پدینگ و نرم سازی بسیار خوبی ایجاد می‌کند بلکه همچنین از پوست در برابر اصطکاک و برش نیز محافظت می‌کند. این نکته می‌تواند اهمیت بالایی داشته باشد چون اصطکاک شاید به نوعی مهم‌ترین عامل تخریب پوست و بروز مشکلات پوستی به شمار می‌آید.

۲-۲-۸) تاریخچه و مقدمه پیدایش سافت سوکت‌های سیلیکونی

در ماه می سال ۱۹۸۶ محققی به نام اوسر کریستینسون[۸] نوع جدیدی از سوکت‌ها را تحت عنوان سوکت مکشی پوشیدنی ایسلندی یا همان ICEROSS[9] ابداع نمود. اساس این سیستم بر استفاده از یک سافت سوکت یا لاینر سیلیکونی نازک بسیار نرم و منعطف استوار است. این سافت سوکت مخروطی شکل به داخل برگردانده شده و روی استامپ پوشیده می‌شود. سافت سوکت سیلیکونی برای هر دو گروه آمپوته‌های ترانس فمورال و ترانس تیبیال کاربرد دارد.

در سیستم ICEROSS به اسلیو سیلیکونی به عنوان یک جزء تعلیقی و نه یک لاینر یا آستر که امروزه مصطلح شده است توجه می‌شود. نوعا لاینرها یا همان سافت سوکت‌ها از جنس موادی نرم و منعطف هستند که انتقال ضربه و نیروهای برشی را از پروتز به اندام بیمار تعدیل می‌بخشند اما در سیستمICEROSS ، اسلیو سیلیکونی علاوه بر عملکرد مناسبی که در این زمینه ایفا می‌کند به بهبود تعلیق موردنیاز سوکت از طریق مکش نیز کمک بسیاری می‌نماید. سافت سوکت سیلیکونی از طریق مکشی که ایجاد می‌کند سبب ایجاد یک اتصال چسبنده به پوست می‌گردد و بدین ترتیب با بافت هماهنگ حرکت می‌کند.

در مقایسه با Surlyn ، سیلیکون در نقش یک عنصر تعلیقی به نظر جایگزین مناسبی می‌رسد چون در برابر تغییرات حجمی استامپ تطبیق پذیری بیشتری را فراهم می‌کند. با این حال

---

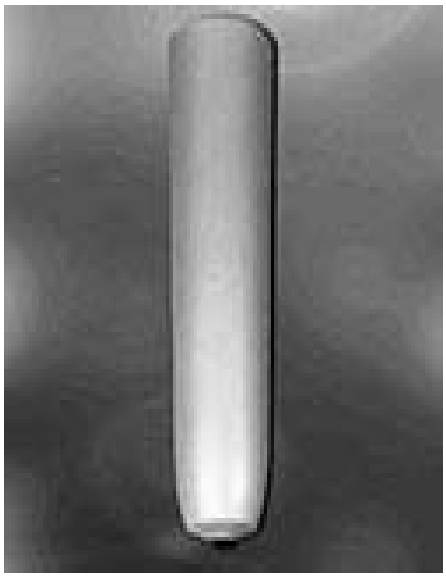
[6] -Pad
[7] -Durometer
[8] -Ossur Kristinsson
[9] -ICEROSS : Icelandic Roll-On Suction Socket

در این مورد هم گاهی استفاده از یکسری ساختارهای جداره‌ای نازک ، مانند جوراب‌ها نیز برای نرمی بیشتر و تطبیق‌پذیری کامل‌تر با استامپ ضروری به نظر می‌رسد. البته این ضرورت بیشتر در مورد سافت سوکت‌های مخروطی پیش ساخته قابل تطبیق با تنوع وسیعی از اشکال و اندازه استامپ‌های گوناگون احساس می‌شود.
در شکل ۵ تصویری از یک سافت سوکت سیلیکونی را می‌توان مشاهده نمود.

۳-۲-۸) روش ساخت

یکی از روش‌های ساخت سافت سوکت‌های سیلیکونی ، روش قالب‌گیری تزریقی است. در این روش مذاب پلیمر موردنظر به داخل یک قالب با طرح و شکل مشخص تزریق می‌شود و پس از سرد کردن ، محصول از قالب خارج می‌شود.

گروه دیگری از سافت سوکت‌های سیلیکونی از طریق قالب‌گیری رزین‌های سیلیکونی و تقویت با استفاده از پارچه نایلونی و به روش لایه‌گذاری[۱۰] تولید می‌شوند. در این روش از لایه‌های پارچه‌ای به عنوان تقویت کننده و بصورت لایه‌ای در داخل رزین استفاده می‌شود. با پخت رزین تقویت شده نهایتا پس از سردکردن محصول تولید می‌شود.



شکل ۵- سافت سوکت سیلیکونی

[10]- Laminating technique

۴-۲-۸) خواص ویژه سافت سوکت‌های سیلیکونی

همانطور که اشاره شد امروزه الاستومرهای سیلیکونی بطور گسترده‌ای برای ایجاد یک آستر داخلی الاستیک و نرم که در عین حال بتواند همانند یک حافظ منعطف ، راحت و نازک بین پوست استامپ و بخش‌های سفت‌تر سوکت مورد استفاده قرارگیرد ، مطرح می‌باشند.

سیلیکون مورد استفاده در این سافت سوکت‌ها که با نام تجاری Polysiloxane شناخته می‌شود ، نوعی ماده پلیمری است که بطور الاستیک دفرمه می‌شود. این پلیمر به عنوان یک الاستومر شناخته می‌شود.

زمانی که نیرویی به یک الاستومر اعمال می‌شود ، دفرمه شده و سپس به شکل اصلیش برمی‌گردد. الاستومرها این ویژگی را به سبب وجود اتصالات عرضی[11] سبک در ساختار مولکولی خود دارند. ایجاد این اتصالات عرضی طی فرایندی به نام ولکانیزاسیون که در حقیقت واکنشی برگشت ناپذیر است و در دماهای بالا صورت می‌گیرد ، حاصل می‌شود. معمولا برای ایجاد این اتصالات از وجود برخی عناصر مانند سولفور نیز در طی فرایند استفاده می‌شود. مدول الاستیسیته در این قبیل پلیمرها با میزان و دانسیته اتصالات عرضی نسبت مستقیم دارد. هرچه تعداد اتصالات عرضی بیشتر، قابلیت انبساط و کشیدگی الاستومر کمتر می‌گردد.

خواص این نوع سیلیکون بین ۶۰- تا ۱۲۰ درجه سانتی گراد بدون تغییر می‌باشد. این نوع سیلیکون بدون بو و مزه می‌باشد. عکس العملی در برابر پوست ندارد و حساسیت پوستی که در برخی موارد ایجاد می‌کند مربوط به تماس پوست استامپ با ذرات موجود خارج شده از منافذ عرق خود فرد آمپوته یا در برخی موارد برخی پیگمنت‌های رنگی است که به سیلیکون افزوده می‌شوند ، می‌باشد. این نوع سیلیکون سمی نبوده و در برابر نور مقاوم می‌باشد. بهترین مزیت آن تماس کامل با پوست می‌باشد ، در واقع همان خاصیت نفوذپذیری آن است که اجازه تبادل عرق با محیط را فراهم می‌سازد. نکته مهم اینجاست که سیلیکون نسبت به گاز نفوذپذیر بوده و نسبت به مایع نفوذناپذیر می‌باشد. حال اگر سافت سوکت سیلیکونی با پوست در تماس کامل نباشد ، در آن منطقه‌ای که تماس ندارد عرق جمع می‌شود و آنجا مشکلات پوستی ایجاد می‌شود. پس مهمترین نکته ، تماس ۱۰۰٪ سیلیکون در تمام نقاط پوست می‌باشد چون گاز می‌تواند از سیلیکون عبور کند اما قطرات مایع عرق نمی‌توانند عبور کنند.

در شکل ۶ ساختار سیلیکون درجه پزشکی مورد استفاده در سافت سوکت ها را می‌توان مشاهده نمود.

[11]- Cross link

۵-۲-۸) عکس العمل بیماران در قبال سوکت‌های مکشی سیلیکونی

در تحقیقات گوناگونی که در زمینه سافت سوکت‌های مکشی سیلیکونی انجام شده ، مزایا و معایب اینگونه سافت سوکت‌ها مورد کنکاش قرار گرفته است. برای مثال در تحقیقی که در طی سال‌های۱۹۸۶ تا ۱۹۸۸ در ایالات متحده انجام شد. معایب و امتیازات این نوع سوکت‌ها در

شکل ۶- تصویری از ساختار سیلیکون درجه پزشکی

این موارد عنوان شده است:

- اگرچه سافت سوکت‌های سیلیکونی به نسبت نوع قدیمی‌تر خود از جنس ®Surlynتطبیق پذیری بیشتری را در برابر تغییرات حجمی استامپ نشان می‌دهند با این حال خود این نوع سافت سوکت‌ها نیز در این مورد کامل و بی‌نقص نیستند. در این بررسی که بر روی ۴۵ بیمار آمپوته (۵ نفر آمپوته بای لترال، ۳۰ نفر مرد و ۱۵ نفر زن) صورت گرفت برخی بیماران (تعداد اندکی) به دلایل مختلف که تغییرات حجمی قابل توجهی را در استامپ سبب می‌شد پس از یک پریود زمانی مشخص(۱۲-۱۳ ماهه) به فیتینگ دوباره به کمک یک سافت سوکت جدید نیاز داشتند.

- مشکل دیگر عنوان شده در زمینه این نوع سافت سوکت‌ها در مورد استامپ‌های کله قندی[۱۲] نرم بود که ایجاد یک تعلیق نرم و راحت را با آن‌ها مشکل می‌ساخت.

[12] -Flabby

- علی‌رغم مشکلات اشاره شده ، با این حال در این تحقیق تمامی بیماران بطور رضایتبخشی با سافت سوکت‌های سیلیکونی فیت شدند و از پروتزهایشان رضایت کامل داشتند.

- بیماران در اظهارنظرهای خود از تعلیق محکم و افزایش دامنه حرکتی به عنوان مزایای شاخص اینگونه سافت سوکت‌ها یاد می‌کردند.

- همچنین اغلب بیماران از عدم استفاده از ادوات تعلیقی مانند کمربندها ، نوارهای تعلیقی کاف و اکستنشن‌های سوپرا لتلار و سوپرا کوندیلار سوکت در این قبیل پروتزها که باعث محدودیت و خستگی آن‌ها می‌شد نیز اظهار رضایت داشتند.

- درکل چیزی که بیش از همه بیماران را تحت تاثیر قرار می‌داد تعلیق بهبود یافته همراه با افزایش دامنه حرکتی و همچنین نبود المانهای محدودکننده یا اتصال دهنده پروتز بود.

- تعریق ، مشکل حادی در این پروتزها به شمار نمی‌آمد و همچنین دیده شد که با به حداقل رسیدن نیروهای برشی در فصل مشترک سافت سوکت/ پوست و کم شدن حرکت نوسانی سافت سوکت روی استامپ در طول حرکت ، استامپ از ظاهر سالم‌تری برخوردار می‌شد.

در تحقیق دیگری که در کشور انگلستان در سال ۱۹۹۵ انجام شد ، محققی به نام پاتل و همکارانش بر روی میزان سودمندی پروتز آیسروس ، تحقیقی را با شرکت ۲۷ نفر به اجرا گذاشتند. جمعیت مورد مطالعه آن‌ها به دو گروه تقسیم شد. گروه A شامل ۱۷ نفر که همگی شاغل و فعال بودند و گروهB شامل ۱۰ نفر که همگی بیکار و از نظر اقتصادی غیرفعال بودند. محققان در پایان این تحقیقات به این نتیجه رسیدند که افراد گروه A بعد از گرفتن آیسروس بهتر کار می‌کردند و سهولت حرکت در آن‌ها بهبود یافت و درکل راحتی و ظاهر استامپ آمپوته‌هایی که از این پروتز استفاده می‌کردند ، بهبود یافت.

در سال ۱۹۹۶ محققی به نام گوپالان و همکارانش در یک مرکز توانبخشی در انگلستان ، یک تحقیق مقایسه‌ای را بین پروتز آیسروس و پروتز پی‌تی‌بی با تعلیق کاف با استفاده از سافت سوکت فومی پلی‌اتیلنی انجام دادند. از میان جامعه‌ی ۶۹ نفری این تحقیق ، ۱۵ نفر استفاده از پروتز آیسروس را در طول آزمایش کنار گذاشتند دلیل ۱۰ نفر از آن‌ها افزایش مشکلات پوستی ، ۴ نفر تنگی و فشار سافت سوکت سیلیکونی و یک نفر نیز احساس ناامنی (عدم تعادل) بود.

در نهایت با انجام این تحقیق ، محققان به این نتایج دست یافتند: با استفاده از پروتز آیسروس و بکارگیری سافت سوکت سیلیکونی ، خرابی و شکنندگی پوست کمتر می‌شود اما عواملی مانند میزان تعریق استامپ (در مقایسه با نوع فومی) ، عوارض پوستی چون جوش و تاول در برخی موارد افزایش می‌یابد. برای بیمارانی که استامپ حساسی دارند (مخصوصا در انتهای دیستال استامپ) سیستم آیسروس احتمالا ناموفق است.

۲۰ نفر از مددجویان معتقد بودند که مشکل اصلی این سیستم ، تعریق ، تاول و زخم‌های پوستی می‌باشد. در میان ۵۴ نفری که همچنان به استفاده از سیستم آیسروس ادامه می‌دادند ، در یک جمع‌بندی کلی مددجویان امتیازات بیشتری را برای پروتز آیسروس نسبت به پی‌تی‌بی با تعلیق کاف قائل بودند. در ضمن محققان متوجه شدند که پروتز آیسروس راحتی فوق‌العاده‌ای را برای افرادی که توانایی استفاده از این پروتز را دارند ، فراهم می‌کند.

۸-۲-۶) انواع استامپ‌هایی که با سافت سوکت‌های سیلیکونی قابل فیت شدن هستند

تنوع گسترده‌ای از بیماران با استامپ‌های گوناگون می‌توانند از سوکت‌های مکشی سیلیکونی استفاده کنند. استامپ‌های سفت و کوتاه ، مخروطی شکل و همچنین اندام‌های استوانه‌ای گوشتی تماما بدون بروز هرگونه مشکل قابل‌ملاحظه‌ای می‌توانند با این نوع سوکت‌ها فیت شوند. با این وجود می بایست در مورد برخی انواع استامپ‌ها برای اینکه آن‌ها را بتوان با سوکت مکشی سیلیکونی فیت نمود ، کمال احتیاط و دقت را بکار برد. از جمله این نوع استامپ‌ها می‌توان به موارد زیر اشاره داشت:

- استامپ‌های دارای حجم بی‌ثبات و کاملا متغیر (استامپ‌های نابالغ جدیدا قطع شده)
- استامپ‌های به شدت حساس و دردناک (Bony Overgrowth ، نوروما و غیره)
- استامپ‌های دارای بافت زخمی قابل توجه
- استامپ‌های دارای زواید دیستال اضافی (به سبب ایجاد مشکلات احتمالی در پوشیدن سوکت مکشی)
- بیمارانی که به دلایلی قادر به بکارگیری مکانیزم موجود در سوکت‌های مکشی نیستند.
- استامپ‌های بلند (یک فاصله در حدود ۲ اینچ دیستال تا انتهای استامپ و همین فاصله بصورت پروکسیمال تا مکانیزم پنجه / قوزک نیاز است. در کل فضایی حدود ۱۱,۵ اینچ دیستال تا سوکت برای کل ساختار پنجه منعطف یا همان Flex foot نیاز است).
- نهایتا بیمارانی که هرگز با هیچیک از پروتزهای مرسوم بطور رضایتبخشی فیت نشده‌اند.

۸-۲-۷) امتیازات سافت سوکت‌های مکشی سیلیکونی

از امتیازات قابل توجه این نوع سافت سوکت‌ها می‌توان به این موارد اشاره داشت:

۱) اینگونه سافت سوکت‌ها ، کاهش قابل ملاحظه‌ای را در نیروهای برشی اعمالی به استامپ سبب می‌شوند که همین امر راحتی فرد آمپوته را با خود به همراه دارد. این سافت سوکت‌ها همچنین

نیروهای چرخشی روی استامپ را که در نتیجه پیچش و ورود به داخل سوکت ایجاد می‌شوند نیز کاهش می‌دهند.

۲) با بکارگیری این سافت سوکت‌ها ، تعلیق بهبود یافته ، همچنین دامنه حرکتی نیز افزایش می‌یابد.

۳) با بکارگیری این سافت سوکت‌ها ، بدلیل وجود مکانیزم تعلیق مکشی دیگر نیازی به المان‌های اتصال دهنده پروتز (سوکت) مانند کمربندها، نوارهای تعلیقی کاف و اکستنشن‌های سوپرا لتلار و سوپرا کوندیلار سوکت که باعث محدودیت و خستگی بیماران می‌شود نیز وجود ندارد.

۴) به سبب ضریب اصطکاک بالایی که میان پوست و سافت سوکت‌های الاستومری مانند سافت سوکت‌سیلیکونی وجوددارد‌وهمچنین به‌خاطر سفتی فشاری کم،این سافت سوکت‌هامی‌توانندحداقل جابجایی رادرحین راه رفتن، نسبت به استامپ داشته باشند. این شرایط به حفظ تماس کلی وکامل سافت سوکت و استامپ کمک می‌کند و سبب کاهش کشش موضعی پوست و برش می‌گردد. این شرایط درکل سبب راحتی بیشتر فرد استفاده کننده از این نوع سافت سوکت می‌گردد.

۵) به حداقل رسیدن نیروهای برشی در فصل مشترک سافت سوکت/ پوست و کم شدن حرکت نوسانی سافت سوکت روی استامپ در طول حرکت ، سبب ظاهر سالم‌تر استامپ می‌گردد.

۶) همچنین تعریق مشکل حادی در این سافت سوکت‌ها به شمار نمی‌آید.

۷) و نهایتا اینکه اغلب استامپ‌های معمول با این نوع سافت سوکت قابل فیت شدن هستند.

۸-۲-۸) معایب سافت سوکت‌های مکشی سیلیکونی

درکل این سیتم مزایای قابل توجه و درعین حال معایب اندکی دارد که از آن جمله به نحوه پوشیدن آن می‌توان اشاره کرد که به راحتی نمونه‌های قبلی نبوده و وقت گیرتر می‌باشد. پروتز آیسروس (برخوردار از سافت سوکت مکشی سیلیکونی) توانایی زیادی را از نظر بعد مسافت و مدت زمان راه رفتن در داخل یا خارج خانه نمی‌دهد. همچنین به همراه آن به سختی می‌توان از دیگر وسایل کمکی استفاده کرد. در سه هفته اول ، استفاده از این پروتز تعریق قابل توجهی در استامپ به همراه دارد اما بعد از آن کاهش می‌یابد.

۸-۳) سافت سوکت‌های سیلیکون ژلی

نوع دیگری از سافت سوکت‌ها که امروزه مطرح شده‌اند سافت سوکت‌های سیلیکون ژلی هستند که برای آمپوته‌های ترانس تیبیال تولید می‌گردند. تفاوت عمده‌ای که میان سیلیکون الاستومری و سیلیکون ژل وجود دارد در میزان اتصالات عرضی یا همان کراس لینک‌های موجود

در ساختار و میزان دربرگیری سیال در ساختار می‌باشد. الاستومرهای سیلیکونی به شدت کراس لینک هستند و توانایی حفظ مقدار اندکی از مایع یا سیال پلی‌دی‌متیل سیلوکسین[۱۳] (PDMS) را دارند. در حالی‌که سیلیکون ژل به مقدار اندکی به‌صورت شبکه‌های پلی‌سیلوکسین کراس لینک بوده و در عوض به مقدار زیادی از مایع PDMS برخوردار است. از آنجاکه(PDMS) بطور شیمیایی با ساختار شبکه‌ای واکنش نمی‌دهد و به آن متصل نمی‌شود (پیوند نمی‌دهد)، این سیال می‌تواند از ژل به بیرون تراوش کند و از آن خارج شود.

استفاده از این نوع ژل ، نرمی بالایی را به همراه توزیع فشار مطلوب و کاهش اصطکاک قابل ملاحظه به همراه دارد. از آنجاکه ژل تمایل به جریان یا سیلان از مناطق پرفشار به سمت مناطق کم فشار داخل سافت سوکت دارد ، با این سافت سوکت‌ها می‌توان به توزیع مطلوبی از فشار دست یافت.

با توجه به اینکه اگر ژل در معرض مستقیم پوست قرار داشته باشد به سبب ایجاد نیروهای اصطکاکی ناشی از راه رفتن می‌تواند منجر به آسیب گردد می‌بایست حتما از یک پوشش برخوردار باشد. این پوشش پوست را محافظت می‌کند و سبب انتقال قسمت عمده حرکت از بین ژل و پوست به میان پوشش ژل و پروتز (سوکت) می‌گردد.

در میان تمامی مواد مورد استفاده در ساخت سافت سوکت‌ها ، سیلیکون ژل از خواصی نزدیک‌تر به خواص بافت نرم برخوردار است که همین امر می‌تواند یک امتیاز برای این ماده محسوب شود. چنین خاصیتی به ویژه زمانی که از سافت سوکت برای استامپ‌های استخوانی استفاده می‌شود یا از آن برروی مناطق استخوانی به مظور کاهش تمرکز تنش بهره گرفته می‌شود اهمیت بالایی پیدا می‌کند.

برای یک استامپ گوشتی یا دارای بافت نرم اضافی انتظار می‌رود به خاطر دفرماسیون زیادی که در ژل رخ می‌دهد ، ناپایداری بیشتری را در سافت سوکت داشته باشیم.

سیلیکون ژل به خاطر نوع ساختار خاص خود در مقایسه با سیلیکون الاستومری از صلبیت یا سفتی فشاری ، برشی و کششی پایین‌تری برخوردار است.

از لحاظ ضریب اصطکاک که پارامتر مهمی در سافت سوکت‌ها به شمار می‌آید تفاوت عمده ای را میان این دو گروه سیلیکونی نمی‌توان قائل شد.

این سافت سوکت‌ها نیز در دو مدل برخوردار از سیستم قفل شونده و نوع فاقد این سیستم تولید می‌شوند. معمولا همراه با این سافت سوکت‌ها به منظور جبران تغییرات حجمی استامپ از جوراب‌های متداول نیز استفاده می‌شود.

[13] -Polydimethylsiloxane (PDMS)

روغن‌ها و لوشن‌هایی مانند Aloe Vera نیز برای کمک به جلوگیری از خشک شدن و آسیب دیدن پوست همراه با سافت سوکت‌های ژلی استفاده می‌شود.

این نوع سافت سوکت نیز مانع خروج تعریق از سطح پوست می‌گردد با این حال این مساله از آنجاکه این سافت سوکت سبب تعریق بالایی نمی‌گردد زیاد مشکل ساز نیست.

در کل این نوع سافت سوکت ترکیب مناسبی از جذب ضربه ، راحتی و تعلیق مناسب و همچنین عدم ایجاد زخم بر روی سطح استامپ را با خود به همراه دارد.

در شکل ۷ تصویر نوعی سافت سوکت سیلیکون ژلی را می‌توان مشاهده نمود.

۴-۸) سافت سوکت‌های یورتان ژلی

پلی‌یورتان برای اولین بار در دهه ۱۹۳۰ کشف شد اما شروع بکارگیری آن در قالب ادوات پزشکی به اوایل دهه ۱۹۷۰ برمی‌گردد. از این تاریخ به بعد غالبا از پلی‌یورتان در ساخت کاشت‌های

شکل ۷ - سافت سوکت سیلیکون ژلی

درون بدنی خنثی و همچنین در قالب ادوات تشخیصی و درمانی استفاده شده‌است.

در آغاز پیدایش پلی‌یورتان برای بکارگیری آن در ساخت ادوات پزشکی مشکلاتی وجود داشت که از جمله آن‌ها می‌توان به مواردی مانند هزینه تولید بالا ، ایجاد و گسترش حفره‌های گازی و همچنین الاستیسیته ناکافی اشاره داشت. ولی با گذشت زمان و با پیشرفت‌هایی که در زمینه علم مواد صورت گرفت دیگر امروزه می‌توان در فرمولاسیون‌های جدید پلی‌یورتانی کاملا الاستیک با سختی پایین و در عین حال زیست سازگار را تولید نمود. از دیگر مزایای پلی‌یورتان به خواص مکانیکی مناسب مانند استحکام کششی بالا ، الانگیشن بالا ، وجود دورومتر متنوع ، مقاومت به خراش عالی ، ثبات هیدرولیتیکی خوب و قابلیت حفظ خواص الاستومریک در دمای پایین

می‌توان اشاره نمود. این پلیمر همچنین این ویژگی را دارد که می‌تواند با استفاده از رنگ‌های فعال که بطور شیمیایی در زنجیره یورتان ترکیب می‌گردند ، رنگ شود. وجود چنین رنگی به خاطر ماهیت خاصی که دارد فاقد هرگونه اثر ناسازگار بر روی بافت‌های بدن می‌باشد.

یورتان در کنار سیلیکون دیگر ماده پلیمری است که در ساخت سافت سوکت‌های جدید مورد استفاده قرار می‌گیرد. این سافت سوکت‌ها غالبا بصورت کاستوم مید برای آمپوته‌های ترانس تیبیال ساخته می‌شوند.

سافت سوکت‌های یورتان ژلی نیز همانند سافت سوکت‌های سیلیکون ژلی از طریق سیلان ژل از مناطق پرفشار به مناطق کم فشار سبب توزیع فشار مطلوبی می‌گردند.

از ویژگی‌های شاخص این سافت سوکت‌ها به جذب ضربه بالای آن‌ها می‌توان اشاره داشت. این سافت سوکت‌ها معمولا به منظور ایجاد راحتی بیشتر همراه با جذب ضربه بالاتر از یک پوشش بافته برخوردارند.

این سافت سوکت‌ها نیز در دو مدل دارای سیستم قفل شونده و فاقد این سیستم‌ها تولید می‌شوند. معمولا همراه با این سافت سوکت‌ها به منظور جبران تغییرات حجمی استامپ از جوراب‌های متداول نیز استفاده می‌شود.

روغن‌ها و لوشن‌هایی مانند Aloe Vera نیز برای کمک به جلوگیری از خشک شدن و آسیب دیدن پوست همراه با سافت سوکت‌های ژلی استفاده می‌شود.

این نوع سافت سوکت نیز مانع خروج تعریق از سطح پوست می‌گردد با این حال این مساله از آنجاکه این سافت سوکت سبب تعریق بالایی نمی‌گردد زیاد مشکل ساز نیست.

در میان تمامی مواد مورد استفاده در ساخت سافت سوکت‌ها ، یورتان بالاترین ضریب اصطکاک را دارد. امتیاز یک ماده با ضریب اصطکاک بالا مانند یورتان در اینست که با چسبیدن به پوست به کاهش مناطق تمرکز تنش برشی موضعی در بافت‌های نرم کمک می‌کند. این قبیل مواد انتظار می‌رود که در حفظ سلامتی بافت‌های چسبیده به سافت سوکت یا مناطق ضعیف پوست که به خاطر تمرکز تنش بالا بسیار مستعد تخریب هستند ، نقش مهمی را ایفا کنند.

در کل این نوع سافت سوکت ترکیب مناسبی از توزیع فشار مطلوب و جذب ضربه بالا که برای فیت مطلوب یک سوکت بسیار مهم هستند و همچنین راحتی زیاد فرد آمپوته را ارائه می‌کند. همچنین از دیگر ویژگی‌های مناسب این سافت سوکت به پوشیدن و خارج کردن راحت آن از استامپ می‌توان اشاره کرد که همین سبب سهولت استفاده از آن می‌شود.

در شکل ۸ تصویر نوعی سافت سوکت یورتان ژلی را می‌توان مشاهده نمود.

۵-۸) ساخت سوکت‌های فومی (متخلخل)

عمده موادی که امروزه در ساخت اندام‌های مصنوعی به کار می‌روند مواد پلاستیکی غیرمتخلخل می‌باشند. غالبا تولیدکنندگان اندام‌های مصنوعی در درجه اول دغدغه ویژگی‌های ساختاری و کارکردی پروتزها را دارند در حالیکه تطبیق ، سازگاری و راحتی پروتز در هنگام استفاده از آن برای افراد استفاده کننده از این پروتزها از اهمیت بسیار بالاتری برخوردار است.

شکل۸- ساخت سوکت یورتان ژلی

یکی از مشکلات حاد سوکت‌ها و ساخت سوکت‌ها ، تعریق استامپ و انتشار بوی بدن از آن‌هاست که این مشکل به ویژه در طول فصل تابستان و در دما و رطوبت بالا ، نمود بیشتری پیدا می‌کند. یکی از راهکارهایی که در زمینه رفع این مشکل وجود دارد بهره‌گیری از مواد متخلخل (فوم‌ها) در ساخت ساخت سوکت‌ها می‌باشد. از جمله فوم‌هایی که برای این کاربرد مطرح شده‌اند می‌توان به فوم‌های پلی‌اتیلنی و پلی یورتانی اشاره نمود.

- سافت سوکت فومی پلی‌اتیلنی *(Pelite)*

فوم پلی‌اتیلنی با ساختار سلولار بسته (تخلخل‌های بسته) از جمله مواد متخلخلی است که در ساخت سافت سوکت‌ها مورد استفاده بوده است. این نوع سافت سوکت (Pelite) غالبا برای آمپوته‌های ترانس تیبیال کاربرد دارد.

این ماده اگر به شکل فوم سلولار یکپارچه (تخلخل باز) تولید شود صلبیت و سفتی آن کاهش یافته (خواص خزشی ضعیف) و مستعد تخریب می‌گردد.

Pelite ترموفرمیبل[۱۴] است بدین معنا که از طریق حرارت‌دهی می‌توان آن را بر روی گچ قالب‌گیری به شکل دلخواه و مشابه شکل اصلی استامپ تولید نمود.

سافت سوکت‌های از جنس Pelite ضریب اصطکاک سوکت را افزایش می‌دهند که همین امر تعلیق و کنترل چرخشی سوکت را بهبود می‌بخشد.

در مقایسه با سافت سوکت سیلیکونی این نوع سافت سوکت‌ها تعریق بیشتری را سبب می‌شوندولی‌درعین حال نفوذپذیری بسیار خوب این ماده سبب عدم تجمع عرق در محل می گردد. این نوع سافت سوکت به نسبت سافت سوکت‌های سیلیکونی راحتی بیشتری را برای استامپ و بیمار به همراه دارند و همچنین از لحاظ پوشیدن و خارج کردن سوکت ، این سافت سوکت‌های فومی بسیار راحت‌تر هستند و زمان کمتری برای پوشیدن و خارج کردن آن‌ها نیاز است.

در کل ، فوم‌های دارای ساختار سلولار(متخلخل) بسته ، به نسبت سیلیکون الاستومری ضریب اصطکاک بالاتری را ایجاد می‌کنند که همین امر همانطور که پیشتر اشاره شد سبب چسبیدن سافت سوکت به پوست و کاهش تمرکز تنش موضعی در بافت نرم می‌گردد.

نوع دیگر سافت سوکت‌های فومی یعنی فوم پلی یورتانی که اخیرا به بازار عرضه شده است ، نیز این ویژگی را دارد که می‌تواند همانند نوع پلی‌اتیلنی تحت حرارت قرار بگیرد.

کلا فوم‌های پلی‌یورتانی در دانسیته‌های مختلف و در سه شکل منعطف و نرم ، نیمه سخت و سخت تولید می‌شوند. فوم‌های پلی‌یورتانی نرم و منعطف برای ایجاد یک بستر نرم غالبا بکار می‌روند. این نوع فوم‌ها ساختار سلولار بازی دارند به همین سبب از خواص مکانیکی ضعیفی برخوردارند. نوع نیمه سخت فوم‌های پلی یورتانی نیز به عنوان یک ماده جاذب انرژی در ساخت پدها و آرم رست‌ها و همچنین سافت سوکت‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد. در حالیکه نوع سخت فوم‌های پلی‌یورتانی معمولا در صنایع اتومبیل سازی ، در ساخت اسباب و اثاثیه منزل و موارد دیگر کاربرد دارند.

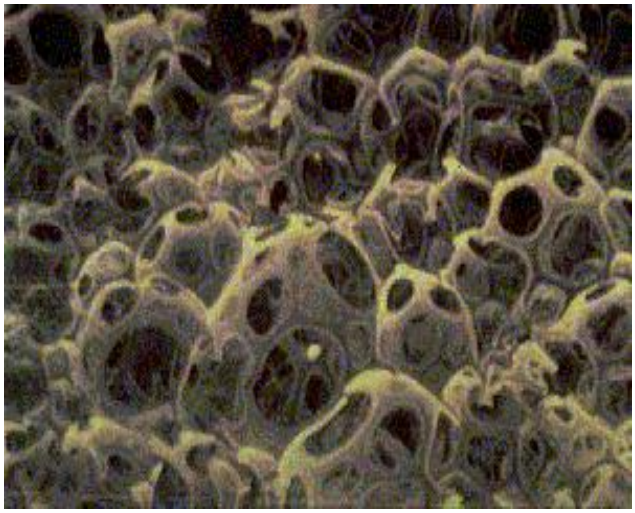
در شکل ۹ تصویری از ساختار متخلخل یک فوم را می‌توان مشاهده نمود.

---

[14] -Thermoformable

۶-۸) سافت سوکت‌های از جنس ژل مینرالی

این سافت سوکت برای اولین بار در سال ۱۹۹۶ ساخته شد. با استفاده از این سافت سوکت منحصربفرد ، اندام و پوست استامپ در یک لایه سازگار با پوست از جنس یک نوع ژل پایه



شکل۹- ساختار یک فوم

روغن - مینرال قرارمی‌گیرد. این روغن مینرالی درجه پزشکی ، به همان صورتی که آب یک اسفنج را پر می‌کند حفرات و تخلخل‌های موجود در زمینه ژلی را پر می‌کند با این تفاوت که روغن مینرالی همانند آب نمی‌تواند به آسانی از ژل خارج شود بلکه زمانی که در تماس با سطحی مانند پوست بدن قرار می‌گیرد به آرامی از داخل آن به بیرون نفوذ می‌کند. وجود همین روغن مینرالی نیاز به پودر یا لوشن را درهنگام پوشیدن سافت سوکت کاملا مرتفع می‌سازد. در لایه‌ی سطحی، ژل به آرامی و ملایمت به پوست می‌چسبد و پوست را در مقابل خراشیدگی و آسیب محافظت می‌کند و در عین حال سبب راحتی بسیار زیاد پوست نیز می‌گردد. این ژل با یک لایه بافته محکم و با دوام مانند Spandex پوشانده شده که همین بافت تقویت کننده به افزایش عمر سافت سوکت کمک به سزایی می‌کند و در عین حال پوشیدن و قراردادن آن را درون سوکت نیز آسان و راحت می‌سازد.

این ماده یعنی همان ژل مینرالی طبق بررسی‌هایی که بر روی تعداد قابل توجهی فرد آمپوته (۶۳ بیمار) صورت گرفته هیچگونه واکنش ناسازگاری را با اندام باقیمانده سبب نمی‌شود.
در شکل ۱۰ تصویری از یک سافت سوکت از جنس ژل مینرالی را می‌توان مشاهده نمود.

۹) مقایسه انواع سافت سوکت‌ها از لحاظ جنس (خواص مهندسی)

همانطور که اشاره شد ، سه ماده رایجی که امروزه بطور گسترده در ساخت سافت سوکت‌ها به کار می‌روند عبارتند از: یورتان ، سیلیکون و نوعی الاستومر ترموپلاستیک (همان ژل مینرالی). در ادامه خواص گوناگون فیزیکی و مکانیکی پلیمرهای شاخص مورد استفاده در ساخت سافت سوکت‌ها را مورد بررسی ، ارزیابی و مقایسه قرار خواهیم داد:

۹-۱) سفتی یا صلبیت

با بررسی‌ها و تحقیقات متعددی که در زمینه تعیین خواص مواد مورد استفاده در ساخت سافت سوکت‌ها صورت گرفته این نتایج در مورد سفتی بدست آمده است:

شکل ۱۰- یک نوع سافت سوکت از جنس ژل مینرالی با یک پوشش پارچه‌ای

سفتی فشاری میانگین یورتان[۱۵] برابرN/mm ۵۳۷ ، سفتی فشاری میانگین سیلیکون در دو نوع فرمولاسیون متفاوت و شاخص بکارگرفته شده در سافت سوکت‌ها یعنی انواع الاستومری و ژلی به ترتیب برابر N/mm ۴۴۲:A[16] وN/mm ۹۳:B[17] و سفتی فشاری میانگین در مورد الاستومر

[15] -Urethane (Custom liner, TEC Interface Systems, Waite Park, MN)
[16] -Silicon A (Iceross Comfort, Ossur Prosthetic Orthotics, 110 Reykjavik, Iceland)
[17] -Silicon B (Easy Liner, Alps South Corporation St. Petersburg, FL)

ترموپلاستیک برابر [۱۸] ۲۲۰ N/mm است ، در حالیکه سفتی فشاری میانگین عضله انسان برابر ۳۹۴ N/mm می‌باشد.

در میان خواص گوناگون مورد نیاز برای یک ماده مورد استفاده در ساخت سافت سوکت‌ها، سفتی یا صلبیت به دو دلیل عمده اهمیت دارد. اول اینکه سفتی در طراحی سوکت و تطبیق یا فیت سافت سوکت بسیار مهم است. یک سافت سوکت سفت از جنس یورتان یا یک لایه سیلیکون A زمانیکه بطور نامناسبی فیت شود ، سبب ناراحتی شدید بیمار یا آسیب به سافت سوکت می‌گردد. افزایش سفتی ماده نیروهای اعمالی در طول استفاده از پروتز را موضعی و متمرکز می‌کندوبدین خاطر میزان تنش را هم درسافت سوکت وهم دربافت به شدت افزایش می‌دهد. دلیل دوم اینکه در تمامی شرایط برابر ، یک ماده سفت‌تر پاسخ سریع‌تری را در بیمار به همراه خواهد داشت و این نوع سافت سوکت برای بیماران فعال مانند ورزشکاران می‌تواند بسیار مناسب‌تر باشد.

زمانی‌که از سفتی در یک سافت سوکت صحبت می‌شود بیشتر منظور همان سفتی فشاری است. اما بسته به جهت اعمال بار ، سفتی در سایر جهات مانند سفتی برشی و سفتی کششی نیز تا حدودی اهمیت پیدا می‌کنند.

بکارگیری یک ماده با سفتی برشی پایین در سافت سوکت امکان حرکت آزادانه‌تر استامپ را در حین تحمل وزن در داخل سوکت می‌دهد، در حالیکه با استفاده از یک ماده با سفتی برشی بالا این امکان فراهم نمی‌شود.

انتظار می‌رود که سافت سوکت‌های با سفتی برشی بالا برای استامپ‌های گوشتی یا برخوردار از بافت نرم اضافی مناسب‌تر باشند و برعکس سافت سوکت‌های با سفتی برشی پایین برای استامپ‌های استخوانی شرایط بهتری داشته باشند. همانند سفتی فشاری ، در مورد سفتی برشی نیز سیلیکون ژل به نسبت سیلیکون الاستومری سفتی پایین‌تری دارد که این امر به تفاوت ساختاری این دوبرمی‌گردد. دراین میان یورتان ازسفتی برشی متوسطی برخورداراست.

سفتی کششی نیز در سافت سوکت‌ها از لحاظ تعلیق اهمیت پیدا می‌کند. یک ماده با سفتی کششی بالا به این سبب که ضریب اصطکاک بالایی را فراهم می‌سازد و به این خاطر مانع لغزش و حرکت نسبی سافت سوکت و استامپ بر روی هم می‌گردد تعلیق بسیار مناسبی را فراهم می‌سازد. برعکس یک سافت سوکت با سفتی برشی پایین باعث افزایش حرکت پیستونی استامپ در سوکت در حین راه رفتن می‌گردد. همانند سفتی‌های برشی و فشاری ، در مورد سفتی کششی نیز بررسی‌ها نشان داده که سیلیکون ژل در مقایسه با سیلیکون الاستومری ، سفتی کششی پایین‌تری دارد.

[18] -Thermoplastic elastomer (Alpha Cushion Liner, Ohio Willow Wood Company, Mount Sterling, OH)

۹-۲) میزان جذب انرژی

با بررسی‌ها و تحقیقات متعددی که در زمینه تعیین خواص مواد پلیمری مورد استفاده در ساخت سافت سوکت‌ها صورت گرفته این نتایج در مورد میزان جذب انرژی بدست آمده است:

میزان جذب انرژی میانگین یورتان برابر ٪ ۷۰ ، میزان جذب انرژی میانگین سیلیکون در دو نوع فرمولاسیون متفاوت و شاخص بکارگرفته شده در سافت سوکت ها یعنی انواع الاستومری و ژلی به ترتیب برابر ٪A:۷۵ و ٪B:۴۱ و میزان جذب انرژی میانگین در مورد الاستومر ترموپلاستیک ٪۵۶ است ، در حالیکه میانگین جذب انرژی عضله انسان برابر ٪۹۰ می‌باشد.

از دیدگاه انتخاب مواد ، دو نکته مهم در ارتباط با درصد انرژی جذب شده وجود دارد. اولین نکته اینست که با افزایش میزان جذب انرژی ، آمپوته در حین استفاده از سافت سوکت همراه با پروتز کار بیشتری می‌بایست انجام دهد و انرژی بیشتری مصرف کند. برای مثال در تمامی شرایط یکسان ، یک دونده با استفاده از یک سافت سوکت با جذب انرژی بالا انرژی بیشتری مصرف می‌کند. این درحالیست که انرژی پخش شده بوسیله ماده سازنده سافت سوکت ، تنها کسر اندکی از کل انرژی مصرف شده در طول حرکت را شامل می‌شود.

نکته دوم اینکه ، هرچه میزان جذب انرژی بالاتر باشد ، میزان نیروی ضربه‌ای وارد شده به عضوآمپوته کمتر خواهد بود و بنابراین راحتی بیشتری را برای آمپوته به همراه خواهد داشت.

۹-۳) میزان دفرماسیون پسماند تحت بار معین

در مواد مورد استفاده در ساخت سافت سوکت‌ها ، پارامتر یا ویژگی مهم دیگری که می‌بایست مورد توجه قرار گیرد ، میزان دفرماسیون یا کرنش پسماند تحت اعمال بار معین می‌باشد. هرچه دفرماسیون پسماند و نسبت کرنش پسماند کمتر باشد ، سافت سوکت از مختصات بهتر و مناسبتری برخوردار است. در میان مواد گوناگون بررسی شده در ساخت سافت سوکت‌ها ، سیلیکون B با ٪۱۲ و یورتان با ٪۱۴ کمترین مقادیر نسبت دفرماسیون پسماند را دارا می‌باشند در حالیکه الاستومر ترموپلاستیک با ٪۲۰ و سیلیکون A با ٪۳۷ بالاترین نسبت‌های دفرماسیون یا کرنش پسماند را دارند.

همچنین میزان کاهش ضخامت مواد یا همان نازک شدگی اندازه‌گیری شده در زمانی حدود ۸ ثانیه پس از باربرداری عبارت است از: یورتان ۰/۲۳ میلیمتر ، سیلیکون A ۰/۴۳ میلیمتر ، سیلیکون B ۰/۴۷میلیمتر ، الاستومر ترموپلاستیک ۰/۶۶ میلیمتر درحالیکه این کیفیت برای عضله طبیعی انسان ۱/۰۹میلیمتر می‌باشد.

همانطور که دیده می‌شود ، یورتان کمترین مقدار نازک شدگی یا همان فرسودگی را به سبب اعمال بار مداوم دارد. بطوریکه دیده می‌شود مقدار نازک شدگی این ماده پلیمری کمتر از نیمی از مقدار نازک شدگی میانگین هر ماده دیگری با ضخامت مشابه می‌باشد.

۹-۴) جذب ضربه توسط ماده

با انجام تست ضربه به صورت انداختن یک وزنه N ۴/۴۵ بر روی ضخامت یکسانی از مواد، این نتایج در مورد میزان نیروهای ضربه‌ای در هریک از مواد بدست آمده است:

میزان نیروی ضربه‌ای میانگین در یورتان برابر N ۲۵۷ ، در سیلیکون در دو نوع فرمولاسیون متفاوت و شاخص بکارگرفته شده در سافت سوکت‌ها برابر با (A:۴۶۳ N وB:۲۵۷ N) و در الاستومر ترموپلاستیک N ۳۰۹ تعیین شد ، درحالیکه میانگین نیروی ضربه‌ای در عضله انسان برابرN ۱۸۵ بود. همچنین میزان نیروی ضربه‌ای میانگین بدون حضور هرگونه ماده‌ای برابر با N ۸۲۰ محاسبه شد.

همانطور که پیشتر اشاره شد ، در هنگام استفاده از سافت سوکت هرچه میزان نیروی ضربه‌ای واردشده به آمپوته کمتر باشد ، آمپوته در آن احساس راحتی بیشتری خواهد داشت.

۹-۵) مقایسه و ارزیابی مواد

ایده‌آل‌ترین ماده‌ای که برای ساخت یک سافت سوکت مورد توجه قرار می‌گیرد می‌بایست بتواند پاسخ مناسبی (سفتی بالا) را درحین کاربرد فراهم کند ، در برابر ضربه از استامپ محافظت کند و حداقل تغییرات را در ضخامت در طول استفاده داشته باشد. یک ویژگی مطلوب چنین ماده‌ای می‌تواند این باشد که از خواص مکانیکی مشابهی با بافت طبیعی بدن برخوردار باشد.

یورتان با بالاترین سفتی متوسط در حدود N/mm ۵۳۷ در مقایسه با سیلیکون B که از سفتی متوسطی معادل N/mm ۹۳ برخوردار است ، عکس العمل و پاسخ مناسب‌تری را ارائه می‌کند. این مطلب بدان معنا نیست که هرچه ماده سفت‌تر باشد مناسب‌تر است چون در بسیاری از موارد این افزایش سفتی به قیمت افزایش نیروهای ضربه‌ای تمام می‌شود. به طرز جالب توجهی یورتان ترکیب منحصربفردی از بالاترین سفتی (برای بهترین پاسخ) و کمترین مقدار نیروهای ضربه‌ای (برای بهترین محافظت از استامپ) را نشان می‌دهد.

دومین ماده سفت ، سیلیکونA ، با سفتی متوسط N/mm ۴۶۹ چیزی در حدود دو برابر کرنش پسماند یورتان را دارد و در برابر نیروهای ضربه‌ای نیز مقاومت کمی دارد. می‌توان گفت ، یورتان گرچه کمی از عضله سفت‌تر است با این حال به بهترین نحو با پاسخ سفتی عضله انسان

نزدیکی و هماهنگی دارد. همچنین ، برپایه نتایج بدست آمده ، یورتان کمترین کرنش پسماند متوسط را دارد که حدود نیمی از کمترین مقدار برای سایر مواد کمتر است.

درکل همانطور که در قسمت های پیشین دیده شد، بر پایه نتایج تست‌های صورت گرفته بر روی شاخص‌ترین مواد پلیمری مورد استفاده در ساخت سافت سوکت‌ها می‌توان ادعا نمود که یورتان از آنجاکه ترکیب منحصربفردی از بهترین پاسخ (به خاطر ارائه بالاترین میزان سفتی) ، بهترین محافظت (به خاطر انتقال کمترین میزان نیروهای ضربه‌ای) و کمترین میزان نازک شدگی یا فرسودگی (به خاطر کمترین دفرماسیون پسماند پس از باربرداری) را به همراه دارد ، مناسب‌ترین ماده پلیمری برای استفاده در ساخت سافت سوکت‌ها می‌باشد. با این حال سفتی بالای این ماده ممکن است مانع یک فیت و تطبیق خوب و مناسب با استفاده از یک سافت سوکت یورتانی گردد.

۱۰) مناسب‌ترین نوع سافت سوکت‌ها از لحاظ نوع استامپ (ارائه مشخصات مناسب‌ترین سافت سوکت‌ها)

با توجه به بررسی‌ها و تحقیقات صورت گرفته می‌توان ادعا نمود که بسته به نوع استامپ سافت سوکت‌های برخوردار ازویژگی‌های زیرمی‌توانندمناسب‌ترین نوع سافت سوکت‌ها قلمداد شوند:

یک سافت سوکت ایده‌آل برای استامپ‌های استخوانی ، سافت سوکتی است که در عین نرم و چسبنده بودن به استامپ ، سفتی فشاری پایین و همچنین ضریب اصطکاک بالایی داشته باشد. در این مورد هرچه سفتی برشی نیز کمتر باشد برای تحمل وزن مناسب‌تر خواهدبود. سفتی کششی می‌بایست بالا باشد تا حداقل افت تعلیق را در سافت سوکت داشته باشیم.

درمورد یک استامپ گوشتی یا دارای بافت نرم اضافی ، استفاده از سافت سوکتی با ویژگی‌هایی چون سفت بودن ، چسبنده بودن و برخوردار از سفتی فشاری و ضریب اصطکاک بالا ، بسیار مناسب به نظر می‌رسد. سفتی برشی می‌بایست برای اینکه سبب ایجاد افت پایداری و ثبات سافت سوکت در حین تحمل وزن نگردد ، متوسط باشد. سفتی کششی نیز پارامتر دیگری است که برای تسهیل و بهبود تعلیق بایستی بالا باشد.

با توجه به مطالب عنوان شده در بخش‌های پیشین بخصوص قسمت بررسی خواص مهندسی مواد بکاررفته در ساخت سافت سوکت‌ها می‌توان ادعا نمود که هیچیک از مواد اشاره شده بطور کامل و صددرصد قادر به پاسخگویی به این نیازها و الزامات نیستند. یعنی در حقیقت هیچیک از سافت سوکت های ساخته شده تا به امروز ایده آل نیستند.

۱۱) مقایسه انواع سافت سوکت‌ها از لحاظ مختصات طراحی

سافت سوکت‌ها را از لحاظ نوع طراحی و ویژگی‌های ساختاری بکاررفته در آن‌ها به چندین گروه می‌توان دسته‌بندی نمود. از شاخص‌ترین ویژگی‌های ساختاری موجود در سافت سوکت‌ها به پارامترهایی چون: وجودیاعدم وجود بافت تقویت‌کننده ، دولایه یا تک لایه بودن انتهای یک سافت سوکت ، وجود سیستم قفل شونده در انتهای سافت سوکت ، نوع پروفیل یا مقطع سافت سوکت که تابع شکل استامپ می‌باشد و همچنین وجود حلقه‌ای به نام آمبرلا در انتهای سافت سوکت می‌بایست اشاره داشت که در ادامه تک تک این پارامترها را مورد بررسی قرار خواهیم داد.

۱-۱۱) وجود بافت تقویت کننده

سافت سوکت ها از لحاظ برخورداری از یک بافت تقویت کننده[۱۹] به دو گروه دارای این بافت و فاقد این بافت تقسیم می‌شوند. این بافت به پوشیدن سافت سوکت کمک می‌کند و این امکان را فراهم می‌سازد که ماده یا همان سافت سوکت به آسانی بر روی خودش بلغزد. این بافت همچنین بعنوان یک تقویت کننده به دوام بالاتر ژل نیز کمک می‌کند.

در بررسی‌هایی که در مورد سافت سوکت‌های دارای بافت تقویت کننده صورت گرفته همچنین مشخص شده که حداکثر تنش برشی در فصل مشترک سوکت و سافت سوکت ، تحت تاثیر ضریب اصطکاک سمت پارچه‌ای سافت سوکت قرار می‌گیرد. انتظار می‌رود که تنش برشی اعمالی به پوست استامپ که در نتیجه‌ی لغزش و حرکت نسبی در این فصل مشترک ایجاد می‌شوند با استفاده از سافت سوکت‌های دارای بافت تقویت کننده به شدت کاهش یابد .

وجود بافت تقویت کننده ، با این حال تاثیر خاصی بر روی سفتی کششی سافت سوکت و نهایتا تعلیق نمی‌گذارد.

الیاف از جنس پلی‌اتیلن فوق سنگین (UHMWPE) که استحکام بسیار بالایی دارد از شاخص‌ترین الیافی است که در ساخت بافت تقویت کننده مورد استفاده قرار می‌گیرد .

از دیگر مواد مورد استفاده در ساخت بافت‌های تقویت کننده به الیاف کتان - یک نوع الیاف با دوام و غیرحساسیت زا- می‌توان اشاره کرد. کتان یک نوع الیاف جاذب به شمار می‌آید که در کل خواص پوشیدنی بسیار مناسبی دارد.

کول ماکس[۲۰] از دیگر موادی است که در ساخت بافت‌ها بکار می‌رود. این ماده آسیبی به پوست وارد نمی‌آورد و در عین حال با گذشت زمان کماکان نرم باقی می‌ماند.

---

[19] -Fabric backing

[20] -CoolMax

نایلون نیز از دیگر موادی است که در این زمینه مورد استفاده قرار می‌گیرد. این ماده پلیمری استحکام و الاستیسیته بسیار خوبی دارد. الیاف نایلونی در برابر سایش و خراش مقاوم بوده و مانع تجمع باکتری‌ها نیز بر روی خود می‌گردند.

لایکرا[۲۱]/ نایلون ترکیب دیگری است که در آن افزودن لایکرا با هدف بهبود راحتی بافت ، افزایش سهولت حرکت و حفظ شکل صورت می‌گیرد. وجود این ماده سبب می شود که سافت سوکت بتواند با بدن بطور هماهنگ حرکت کند .

در شکل۱۱ می‌توان تصویر نوعی سافت سوکت دارای بافت تقویت کننده را مشاهده نمود.

۲-۱۱) نوع طراحی به کار رفته در انتهای یک سافت سوکت

این نوع ویژگی بیشتر در سافت سوکت‌های سیلیکونی الاستومری و ژلی دیده می‌شود. سافت سوکت‌های سیلیکونی از لحاظ این نوع ویژگی ساختاری به دو گروه تقسیم می‌شوند:

الف) سافت سوکت‌های سیلیکونی که انتهای آن‌ها دو لایه می‌باشد. مهم‌ترین ویژگی این نوع سافت سوکت ها اینست که وقتی وزن روی این منطقه می‌افتد ، به انتهای دیستال استامپ فشار مستقیم وارد نمی‌شود و پوست انتهای استامپ خیلی کم کشیده می‌شود. در عین حال وجود سیلیکون اضافی موجود در انتهای دیستال ، یک انتقال تدریجی بار را فراهم آورده و سبب کاهش حرکت پیستونی و افزایش ثبات دیستال می‌گردد.

به‌وسیله پمپ در بین این دو لایه سافت سوکت هوا وارد می‌شود. اما باید توجه کرد که از هر ۱۰۰ بیمار ، ۹۵ بیمار پمپ را فعال نمی‌کنند چون در حقیقت مزیت اصلی آن‌ها اینست که این دو لایه روی هم سر بخورند.

ب) سافت سوکت‌های سیلیکونی ساده که انتهای آن‌ها یک لایه می‌باشد ، که نوع معمول این سافت سوکت‌ها محسوب می‌شود.

شکل ۱۱ – تصویر یک سافت سوکت برخوردار از بافت تقویت کننده

[21] -Lycra

در شکل۱۲ تصویر یک نوع سافت سوکت با انتهای دو لایه را می‌توان مشاهده نمود.

۳-۱۱) سیستم اتصال *(Connection System)*

برخی از سافت سوکت‌ها علاوه بر نقش مهمی که در ایجاد فیت و تطبیق میان استامپ و سوکت ایفا می‌کنند در بهبود تعلیق نیز دخیل هستند. اینگونه سافت سوکت‌ها می‌توانند بسته به نحوه اتصال به سوکت به دو گروه سافت سوکت‌های کوشن[۲۲] که خلاء حاصله میان سوکت و سافت سوکت آن‌ها را به هم متصل نگه می‌دارد و سافت سوکت‌های قفل شونده که با استفاده از یک سیستم قفل شونده به سوکت متصل می‌شوند دسته‌بندی می‌گردند. در سافت سوکت‌های گروه دوم ، سافت سوکت معمولا به داخل سوکت با یک وسیله مکانیکی تحت عنوان قفل شاتل متصل

شکل۱۲ – تصویر یک سافت سوکت با انتهای دو لایه

می‌شود. در این مورد برای خارج کردن استامپ از داخل پروتز، به آسانی با فشار یک دگمه پنهان می‌توان سافت سوکت را از سوکت جدا نمود. این نوع سیستم اتصال را در شکل ۱۳ می‌توان مشاهده نمود.

[22] -Cushion

۴-۱۱) نوع پروفیل یا مقطع سافت سوکت

بسته به شکل استامپ یک سافت سوکت از پروفیل‌های متنوع و گوناگونی می‌تواند برخوردار باشد.

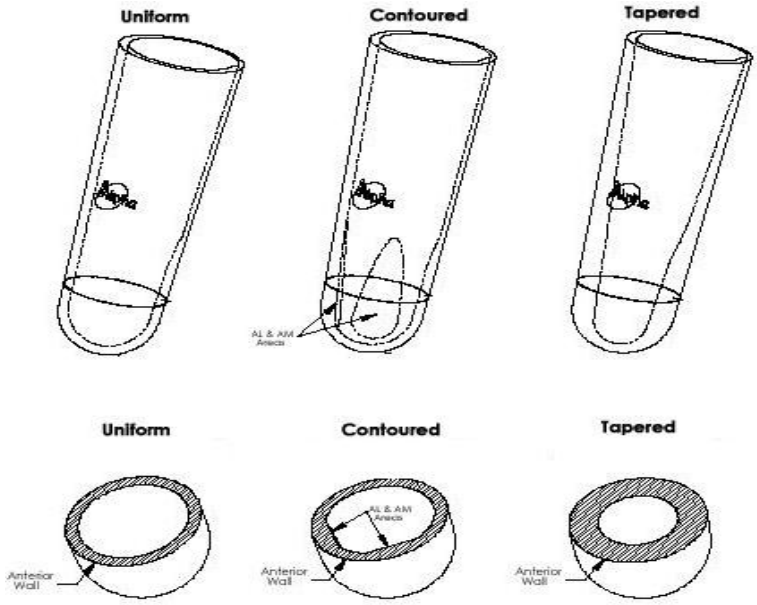
از شاخص‌ترین پروفیل‌های بکاررفته در سافت سوکت‌ها به پروفیل‌های یکنواخت یا یونیفرم ، باریک شونده[۲۳] و دارای برجستگی[۲۴] (پدگذاری شده در برخی نقاط) می‌توان اشاره کرد. درشکل۱۴تصویرانواع پروفیل‌های گوناگون موجود درسافت سوکت‌هارا می‌توان مشاهده نمود.

شکل ۱۳– تصویر یک قفل شاتل

۵-۱۱) وجود حلقه‌ی آمبرلا[۲۵] در انتهای سافت سوکت

آمبرلا حلقه‌ای است که در انتهای برخی سافت سوکت‌ها طراحی و تعبیه می‌شود. وجود یک آمبرلا در انتهای دیستال سافت سوکت امکان بکارگیری هرگونه سیستم قفل شونده را فراهم می‌آورد و همچنین آمبرلا ، با جلوگیری از چرخش‌های غیرضروری به افزایش کنترل روی استامپ در حین حرکت و نهایتا به کاهش بیشتر حرکت پیستونی کمک می‌کند. در شکل ۱۵ یک نوع سافت سوکت دارای آمبرلا را می‌توان مشاهده نمود.

[23] -Tapered
[24]- Contoured
[25] -Umbrella



شکل ۱۴ - تصویر انواع پروفیل‌های موجود در ساخت سوکت‌ها

۶-۱۱) شفافیت یا رنگی بودن یک ساخت سوکت

شفافیت را می‌توان به نوعی یک امتیاز برای ساخت سوکت‌ها به شمار آورد. در حالیکه برخی از افراد آمپوته نوع رنگی یک ساخت سوکت را بیشتر ترجیح می‌دهند. در عین حال برخی الزامات ساختاری مانند لزوم بهره گیری از یک پوشش در ساخت سوکت نیز مانع ساخت یک ساخت سوکت شفاف می‌گردد.

شفافیت یک ساخت سوکت امکان مشاهده فشار سوکت ، وجود بافت‌های زخم شده و هوای محبوس شده احتمالی در ساخت سوکت را فراهم می‌آورد.

در شکل ۱۶ تصویر یک نوع ساخت سوکت شفاف را می‌توان مشاهده نمود.

۱۲) مشکلات زیستی مرتبط با استفاده از ساخت سوکت‌ها

در تحقیقات متعددی که بر روی آمپوته‌های اندام تحتانی صورت گرفته ، مشکلات

شکل ۱۵– وجود آمبرلا در انتهای یک نوع سافت سوکت

شکل ۱۶– نوعی سافت سوکت شفاف

گوناگونی در زمینه استفاده از پروتزهای اندام تحتانی عنوان شده که عمدتا این مشکلات در ارتباط با نامناسب بودن تطبیق و فیت پروتز با استامپ ، تعلیق پروتز، نحوه قرارگیری و آرایش اجزاء پروتز و عملکرد نامناسب برخی اجزاء بوده‌اند. در ادامه بحث ، به شایع‌ترین مشکلات سوکت‌ها و سافت سوکت‌ها بعنوان بخشی از پروتز اندام تحتانی اشاره خواهد شد.

۱-۱۲) آسیب‌های بیومکانیکی

در صورت عدم فیتینگ مناسب استامپ و سوکت (ناشی از بکارگیری یک سافت سوکت نامناسب) و همچنین تغییرات حجمی استامپ و عدم تطبیق پذیری سافت سوکت با استامپ ،

نوعی حرکت نامطلوب در حین راه رفتن به نام حرکت پیستونی حاصل می‌شود که می‌تواند منشاء آسیب‌های بیومکانیکی در استامپ گردد.

بافت‌های نرم استامپ در داخل سوکت در معرض یک محیط ویژه و کاملا منحصربفرد قرار دارند. بارهای مکانیکی بوسیله سوکتی که بطور محکم به اندام چسبیده ، به بافت‌ها منتقل می‌شوند. این در شرایطی است که بافت برای تحمل چنین بارهایی به اندازه کافی قوی نیست. این بارها در حین حرکت فرد آمپوته دینامیک و تکرارشونده نیز هستند.

در قبال اعمال چنین نیروهایی ، پاسخ‌های بافتی کاملا پیچیده هستند و غالبا با دفرماسیون بافت ، جریان مایعات درون بافتی ، Ischaemia reactive hyperemia ، تعریق ، درد ، تغییر دمای پوست ، رنگ پوست و غیره همراه هستند.

درکل نیروهای فیزیولوژیکی عادی در شرایط معمول سبب اختلال در عملکرد بافت‌ها نمی‌گردند. با این حال یک کاربرد نادرست پروتز یا یک نیروی خیلی شدید غیرمعمول یا یک نیروی تکرارشونده طولانی مدت ممکن است به عملکرد یا ساختار بافت‌ها آسیب بزند.

از لحاظ مکانیکی نیروهای اعمالی به سطح پوست ، تنش و کرنشی را در پوست و بافت‌های زیرین آن ایجاد می‌کنند. این تنش‌ها و دفرماسیون بر عملکردهای سلولی و سایر فرایندهای بیوفیزیکی در بافت‌ها اثر می‌گذارند.

زمانیکه نیروهای استاتیک متوسطی به پوست اعمال می‌شوند ، عروق خونی جلدی و عروق لمفاتیک بطور کامل یا جزیی بسته می‌شوند و اکسیژن و سایر مواد غذایی دیگر به میزان کافی برای تامین نیازهای متابولیکی بافت آزاد نمی‌شوند. بدون یک گردش خون کافی ، محصولات پسمانده متابولیسم داخل بافت تجمع می‌کنند. اگر چنین شرایطی تداوم داشته باشد ، عملکردهای سلولی مختل می‌شوند و نهایتا همین امر سبب از بین رفتن بافت می‌گردد. تخریب بافت نه تنها روی پوست بلکه در بافت‌های عمقی نیز می‌تواند رخ دهد.

نیروهای تکرارشونده (برای مثال ناشی از حرکت پیستونی استامپ داخل سوکت) نیز ممکن است با جمع شدن آثار آن‌ها سبب تخریب بافت‌ها گردند. اگرچه یک نیروی نه چندان شدید نمی‌تواند مستقیما سبب آسیب فوری بافت‌ها گردد با این حال اعمال مکرر نیروها می‌تواند یک واکنش التهابی را سبب شود و حتی سبب نکروز بافت گردد.

مالش و تماس پوست با لبه‌ی سوکت و سطح داخلی آن (در صورت فیت نبودن کافی سوکت) می‌تواند سبب دفرماسیون مکرر پوست و التهابات بیومکانیکی گردد. در صورتیکه مالش شدیدی میان پوست و سوکت رخ دهد ، پوست ممکن است دچار خراشیدگی یا حتی زخم شود در عین حال همین مالش در صورت تکرار سبب ایجاد گرما می‌شود که می‌تواند باعث ناراحتی بیمار گردد. در شکل ۱۷ ادم دیستال ایجادشده بر روی استامپ یک فرد آمپوته ۴۰ ساله را می‌توان

مشاهده نمود که بر اثر مالش‌های ناشی از فیت ضعیف و نحوه قرارگیری نامناسب سوکت ایجاد شده است.

خراشیدگی اصطکاکی یکی از رایج‌ترین صدماتی است که پوست در معرض آن قرار دارد. این نوع صدمه می‌تواند تنوعی از جراحات پوستی نظیر کالوس‌ها[۲۶](پینه) ، کورن‌ها[۲۷](میخچه)، ضخیم شدگی‌ها و تاول‌ها را ایجاد کند. در کل بسته به میزان شدت سایش دو نوع واکنش پوستی در قبال مالش‌های تکرار شونده وجود دارد. یکی پدیده ضخیم شدگی پوست است که در صورتیکه نیروی ساینده کوچک باشد ولی مالش چندین بار تکرار شود رخ می‌دهد. پدیده دیگر که با تشکیل تاول همراه است زمانی رخ می‌دهد که نیروی ساینده شدید باشد.

در راستای ایجاد سازگاری بیشتر بافت‌های نرم استامپ با نیروهای خارجی اعمالی ، طراحی و استفاده مناسب سافت سوکت‌ها می‌تواند یک راهکار مناسب باشد. سافت سوکت‌ها در ایجاد احساس راحتی بیمار و انتقال بار بسیار نقش دارند. استفاده از سافت سوکت‌های جدید با

شکل۱۷- ادم دیستال ایجادشده بر روی استامپ یک فرد آمپوته بر اثر مالش‌های ناشی از فیت ضعیف و نحوه قرارگیری نامناسب سوکت

[26] -Callouse
[27] -Corn

قابلیت‌های تطبیق پذیری مناسب با هرگونه تغییرات حجمی در استامپ و امکان ارائه فیتینگ مناسب استامپ با سوکت ، نحوه انتقال بار از اندام به پروتز و برعکس را تفییر می‌دهد و به حفظ سلامت استامپ کمک به سزایی می‌کند.

۲-۱۲) آسیب‌های ناشی از تعریق شدید استامپ در سوکت

پوست بدن از طریق تعریق ، گرما را دفع می‌کند. انرژی مصرفی زیادی که یک فرد آمپوته به سبب حرکت با یک پروتز اندام تحتانی مصرف می‌کند باعث ایجاد گرمای اضافی و نتیجتا تعریق می‌گردد. از آنجاکه سافت سوکت به نحوی برروی استامپ فیت می‌شود که مانع جریان هوا می‌گردد ، خود سبب تعریق و تجمع عرق در محیط می‌شود. به همین خاطربافت‌های اندام باقیمانده اغلب در یک محیط کاملا مرطوب قرار دارند و بروز چنین شرایط نامطلوب شیمیایی می‌تواند سبب ایجاد آسیب در بافت‌های اندام باقیمانده گردد.

علاوه بر تحرک خود فرد آمپوته ، شرایط آب و هوایی گرم نیز سبب افزایش تعریق و متعاقب آن خیس شدن پوست داخل سافت سوکت می‌گردد که همین امر می‌تواند باعث مشکلات عدیده پوستی مانند تخریب و از بین رفتن فولیکل‌ها (پیازهای مو) به وسیله باکتری‌ها گردد.

علاوه بر تمامی عوامل فوق ، خود پوشیدن سافت سوکت به همراه سوکت به تنهایی تا یک پریود زمانی مشخص می‌تواند به عنوان یک اثر جانبی با تعریق اضافی در فرد آمپوته همراه باشد. که این مشکل پس از مدتی با پوشیدن مداوم سافت سوکت کم کم رفع می‌گردد.

از جمله عوارض تعریق شدید ، می‌توان به انسداد غدد مترشحه اشاره نمود که می‌تواند سبب ایجاد تاول‌های کوچک سطحی روی پوست گردد. در صورتیکه زخم عمیقی وجود داشته باشد همین امر سبب بروز جوش‌های خاصی در محل به نام Prickley heat rash می‌گردد. تعریق مداوم همچنین می‌تواند سبب خیس شدن پوست و افزایش خطر عفونت و کاهش میزان تحمل پوست در برابر نیروهای فشاری و برشی گردد.

به خاطر رطوبت و گرمای داخل سافت سوکت ، عفونت‌های قارچی نیز در برخی از آمپوته‌ها شایع است. این عفونت‌ها با استفاده از پودرهای موضعی[۲۸] در حین پوشیدن پروتز و همچنین لوشن‌ها زمانیکه هنوز پروتز پوشیده نشده است ، قابل درمان هستند.

پوست اغلب کسانی که بطور مداوم و طولانی مدت از پروتزها استفاده می‌کنند با کمی گردش هوا و همچنین گرمای سوکت تطبیق پیدا می‌کند با این حال این امر در مورد تمامی افراد آمپوته صادق نیست وممکن است دوباره با ایجاد مشکلات پوستی در این افراد مواجه باشیم. بروز

[28] -Topical

دوباره مشکلات پوستی ممکن است در این افراد به عواملی مانند نوع مواد به کـار رفتـه در پروتـز ، نحوه طراحی یا استفاده از پروتز ، تغییرات شرایط پزشکی فرد یا تغییرات رژیم دارویی مرتبط باشد.

اگر مشکل ایجادشده ناشی از تعریق شدید به کمک پروتزیست قابل حل نباشد ، استفاده از مواد ضد تعریق منیزیم دار ، روش درمانی آیون تفرسـیس[۲۹] بـا سـولفات مـس یـا فرمـالین ، یـا استفاده از نشاسته ذرت یا تالک بر روی استامپ می‌تواند مفید باشد.

۳-۱۲) آسیب‌های ناشی از بروز واکـنش‌هـای حـساسیت زا در قبـال مـواد تشکیل دهنده سافت سوکت

بروز واکنش‌های آلرژیک به خاطر نوع موادی که در ساخت سافت سوکت‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرند نیز از جمله دیگر مشکلات پوستی‌ای است که با پوشیدن سافت سوکت‌ها می‌تواند در فرد آمپوته رخ دهد. این واکنش‌های آلرژیک مـی‌تواننـد بـه شـکل پوسـت زخـم شـده خـشک یـا درماتیتیس تماسی در افراد آمپوته بروز پیدا کنند.

برخی از آمپوته‌ها در برابر سیلیکون و سایر موادی که سافت سـوکت‌هـا از جـنس آن‌هـا ساخته می‌شوند عکس العمل نشان می‌دهند که در اینگونه موارد ، بـروز برخـی مـشکلات پوسـتی مانند درماتیتیس تماسی نیز گزارش شده است. استفاده از کرم‌ها یا پودرها در سـوکت نیـز ممکـن است به این امر شدت بخشد. با این حال ایـن مـوارد بـسیار نـادر اسـت. در ایـن زمینـه تحقیقـات گسترده افرادی چون داو کورنینگ[۳۰] در میشیگان ایالات متحده نتایج بـسیار جالـب تـوجهی را بـه همراه داشته است. این محقق عنوان می‌کند که سیلیکون‌ها (الاستومر و ژل) در میـان سـالم‌تـرین بیومتریال‌های مورد استفاده در صنایع پزشکی و دارویی هستند. سیلیکون با توجه به اینکه بدن در قبال این ماده هیچگونه واکـنش جـدی نـشان نمـی‌دهـد بـه عنـوان یـک اسـتاندارد و یـک مـاده هیپوآلرژیک شناخته می‌شود. کلا بروز هرگونه واکنش آلرژیـک در مـواد پلیمـری غالبـا بـه حـضور تسریع کننده‌ها یا آنتی اکسیدان‌ها بر می‌گردد که این عناصر در سیلیکون وجود ندارند.

در بررسی عوامل ایجادکننده واکنش‌های حساسیت‌زا می‌بایست در کل علـل را در جـنس سوکت یا سافت سوکت ، عوامل تنظیف کننده یا لوشن‌ها که بـر روی پوسـت مـورد اسـتفاده قـرار می‌گیرند یا هرگونه تغییر در مواد شوینده جستجو نمود. همچنین برهم‌کنش تعریق بدن بـا مـواد تشکیل‌دهنده سافت سوکت هم ممکن است سبب تخریب شیمیایی و تولید عناصر خـراش دهنـده پوست گردد.

---

[29] -Iontopheresis
[30] -Dow Corning

۱۲-۴) عفونت پیازهای مو

این عارضه اغلب از حرکت پیستونی استامپ در سوکت ناشی می‌شود. این مشکل با چیدن موهای اضافی در سطح پوست قابل درمان است. اگر عفونت شدید باشد ، برش ، تخلیه و/یا درمان آنتی‌بیوتیکی نیز ممکن است نیاز باشد. درصورت بروز مجدد این مشکل ، ممکن است به اپیلاسیون الکترولیتی یا شیمیایی نیاز باشد. در مورد این مشکل نیز بهره‌گیری از یک سافت سوکت که حرکت پیستونی استامپ را در سوکت به حداقل می‌رساند ، می‌تواند بسیار موثر باشد.

۱۲-۵) عارضه *Verrucose hyperplasia*

در شرایطی که مشکلات پوستی اشاره شده در قسمت‌های قبل عموما به اعمال فشار اضافی در ناحیه تماس مربوط هستند ، ضایعه Verrucose hyperplasia (نوعی زگیل) نتیجه‌ی کمی و فقدان تماس دیستال می‌باشد. اگر استامپ دیستال بطور مناسب و محکمی در سوکت قرار نداشته باشد ، ادمای مزمن ایجاد خواهد شد و پوست دچار تغییراتی که بسیار شبیه به درماتیتیس استاتیس است ، خواهد شد. با گذشت زمان ، پوست یک حالت زگیل‌دار به خود خواهد گرفت و بسیار مستعد تخریب و عفونت‌های قارچی و باکتریایی می‌گردد.

درمان این ضایعه با ترمیم و دوباره سازی اتصال دیستال استامپ در سوکت امکان پذیر است. در این مورد نیز بکارگیری یک سافت سوکت مناسب که فیت کافی استامپ در سوکت را به همراه داشته باشد ، لازم است.

با توجه به مواردی که اشاره شد میبایست عنوان نمود که بافت‌های اندام باقیمانده ممکن است در نتیجه خراش‌ها و آسیب‌های شیمیایی و مکانیکی احتمالی یا واکنش‌های آلرژیک در برابر انواع سوکت‌ها یا سافت سوکت‌ها دچار مشکل گردند. تحت چنین شرایط و محیط نامطلوبی که بعضا در برخی سوکت‌ها یا سافت سوکت‌ها وجود دارد ، اینکه بافت‌های نرم دچار مشکل یا آسیب شوند یا در برابر شرایط سازگار گردند یک نکته حایز اهمیت محسوب می‌شود. اگر نتوان یک شرایط پوستی مطلوب را حفظ نمود ، دیگر پروتز قابل استفاده نخواهد بود در این حالت دیگر فرقی نمی‌کند که سوکت تا چه اندازه منطبق و فیت استامپ باشد. در این مورد آنچه که اهمیت دارد اینست که درمان کلینیکی و انطباق سوکت می‌بایست به نحوی باشد که سبب تشویق و بهبود سازگاری پوست با شرایط سوکت و جلوگیری از تخریب آن گردد.

۱۳) بهداشت و مراقبت از سافت سوکت

همانطور که اشاره شد در اثر تعریق محیط داخل سافت سوکت به یک محیط خاص شیمیایی تبدیل می شود به همین سبب برای اجتناب از زخم شدن ، پوست می‌بایست با نوعی مواد شوینده خاص به دقت شسته شده و پیش از پوشیدن سافت سوکت کاملا خشک شود. در مورد پوست‌های خشک یا ترک خورده نیز استفاده از یک نوع ماده روغنی توصیه می‌شود. زمانی که با تعریق زیادی مواجه هستیم پوست و سافت سوکت می‌بایست چندین بار در طول روز شسته شوند تا امکان زخم شدن پوست به حداقل برسد.

در کل سافت سوکت می‌بایست هر روز پس از خارج کردن از استامپ به دقت و برطبق توصیه‌های تولیدکننده سافت سوکت شسته شود. اغلب سافت سوکت‌ها را با آب و صابون می‌توان شست.

۱۴) تاثیر شرایط استفاده مانند آب و هوا بر عملکرد سافت سوکت‌ها

شرایط آب و هوایی تنها از لحاظ تاثیر بر میزان تعریق استامپ داخل سافت سوکت اهمیت دارد. در شرایط آب و هوایی گرم قطعا میزان تعریق بالاست و بسته به نوع سافت سوکت نیز این میزان تعریق می‌تواند شدیدتر یا کمتر باشد.

در میان انواع سافت سوکت‌های اشاره شده همانطور که دیدیم با توجه به بررسی‌هایی که صورت گرفته سافت سوکت سیلیکونی از لحاظ میزان تعریق در استامپ نسبت به انواع سافت سوکت‌های فومی شرایط بهتری داشت و تعریق کمتری را سبب می‌شد. سافت سوکت‌های یورتانی نیز وضعیت مشابهی با سافت سوکت‌های سیلیکونی دارند و به مشکل تعریق شدیدی در آن‌ها اشاره نشده است. با توجه به این نکته می‌توان ادعا نمود در شرایط آب و هوایی گرم و مرطوب که میزان تعریق بالا می‌رود قطعا استفاده از یک سافت سوکت سیلیکونی نسبت به سافت سوکت‌های فومی ارجحیت بیشتری دارد. اما اگر از جنبه دیگری به این مساله نگاه کنیم که به هرحال تعریق تاحدودی وجود خواهد داشت و این ویژگی سافت سوکت که بتواند تا حد ممکن تعریق ایجاد شده را از خود عبور دهد و مانع تجمع عرق در محل و مشکلات بهداشتی ناشی از آن گردد تا حدودی وضعیت سافت سوکت‌های فومی مانند Pelite برای استفاده مناسب‌تر خواهد بود.

در سایر شرایط آب و هوایی مانند کشورهای اروپایی که از آب و هوای معتدلی بهره‌مند هستند قطعا این پارامتر یعنی میزان تعریق در سافت سوکت از اهمیت کمتری برخوردار است و سایر فاکتورها اهمیت بالاتری پیدا می‌کنند.

۱۵) بکارگیری سیستم تعلیق مکشی در سوکت‌ها

یکی از اهداف بکارگیری سافت سوکت‌ها ، کمک به بهبود تعلیق سوکت و نحوه قرارگیری آن بر روی استامپ می‌باشد. با توجه به این مطلب ، یکی از شاخص‌ترین انواع سافت سوکت‌ها ، سافت سوکت‌های مکشی هستند که با یک سیستم قفل‌شونده یا بدون آن (به کمک خلاء) به سوکت متصل شده و از طریق ایجاد خلاء میان سافت سوکت و سوکت به تعلیق سوکت و پروتز کمک قابل توجهی می‌کنند. در ادامه این نوع مکانیزم تعلیق را در سوکت‌ها و سافت سوکت‌هایی که در این زمینه بکار می‌روند (بویژه سافت سوکت‌های قفل شونده) بطور خاص مورد بررسی قرار خواهیم داد.

۱-۱۵) سیستم‌های تعلیق

سوکت برای اتصال به اندام باقیمانده از چندین روش گوناگون تحت عنوان سیستم تعلیق برخورداراست. در طراحی مناسب یک پروتز ، اینکه سوکت بطور محکم به استامپ بچسبد و درعین حال مانع گردش خون نیز نگردد یا سبب التهابات و خراش‌های پوستی و ایجاد ناراحتی هم نشود بسیار اهمیت دارد. همین نکته ارزش بهره‌گیری از یک سیستم تعلیق مناسب را برای سوکت‌ها بیش از پیش یادآور می‌شود.

سیستم تعلیق از حرکت عمودی استامپ در سوکت یا همان حرکت پیستونی جلوگیری می‌کند و سبب کنترل چرخشی مناسب سوکت نیز می‌گردد. شاخص‌ترین سیستم تعلیقی که در پروتزهای اندام تحتانی جدید مورداستفاده قرار می‌گیرد ، سیستم تعلیق مکشی می‌باشد.

۲-۱۵) سیستم تعلیق مکشی *(Suction Suspension System)*

در سطوح آمپوتاسیون ترانس تیبیال (زیر زانو) و ترانس فمورال (بالای زانو) برای حفظ پروتز بر روی استامپ از سیستم‌های تعلیق مکشی با استفاده از یک فشار اتمسفری (خلاء) بهره گرفته می‌شود. از امتیازات اینگونه سوکت‌های مکشی می‌توان به ایجاد عملکرد بهتر در آمپوته ، برخورداری از حداکثر دامنه حرکتی ، بالاترین حس امنیت ، کنترل بیشتر پروتز و همچنین عدم ایجاد هرگونه حرکت پیستونی به خاطر تطبیق و فیت شدن صحیح پروتز اشاره نمود.

در این مدل تعلیق ، یک شیر بر روی قسمت دیستال سوکت پروتزی وجود دارد که هوا از طریق این شیر دیستال خارج می‌شود و یک خلاء ایجاد می‌کند.

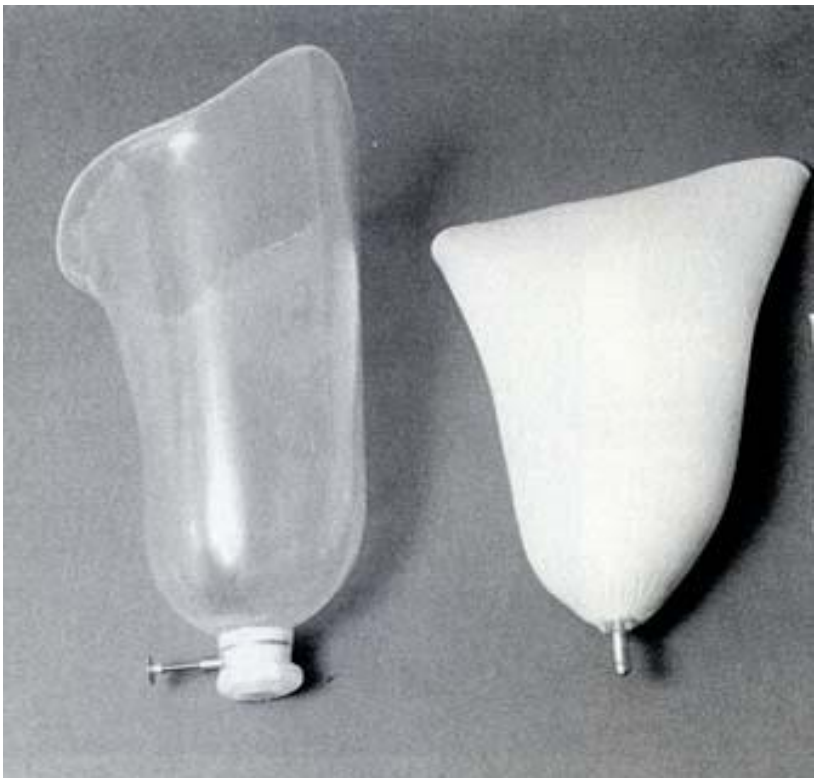
در سوکت‌های مکشی ، یک نوع تعلیق مکشی میان سطح خارجی سافت سوکت و سطح داخلی سوکت ایجاد می‌شود بدین ترتیب بافت‌های نرم ، دیگر در معرض تنش‌ها نخواهند بود و همین امر راحتی ، کنترل و تعلیق بالایی را با خود به همراه خواهد داشت.

در این نوع تعلیق ، استامپ می‌بایست پایدار باشد و حجم آن دچار هیچگونه تغییری نگردد و درکل نیاز است که استامپ همچنین از هرگونه زخم که می‌تواند از ایجاد خلاء جلوگیری کند نیز عاری باشد.

سوکت‌هایی که از سیستم تعلیق مکشی بهره می‌گیرند به دو گروه سوکت‌هایی که در آن‌ها ، پوست در تماس مستقیم با سوکت قرار دارد و هیچ چیزی میان استامپ و پروتز پوشیده نمی‌شود و سوکت‌هایی که در آن‌ها از سافت سوکت‌های الاستومری یا ژلی استفاده می‌شود ، تقسیم می‌شوند.

در سیستم‌های تعلیق مکشی دارای سافت سوکت ، سافت سوکت بر روی استامپ کشیده می‌شود و یک اتصال پینی دیستال وجود دارد که بطور دیستال سافت سوکت را در داخل سوکت تثبیت می‌کند و پروتز را در محل محکم و مطمئن نگه می‌دارد (شکل ۱۸). در این مدل برای تطبیق و فیت مناسب استامپ ، تغییرات حجمی ناچیز ایجادشده در استامپ را می‌توان با به کارگیری جوراب‌های سوکتی ، بیرون سافت سوکت و در حدفاصل تا سوکت جبران نمود.

نوع تعلیق مورد استفاده در هر سوکت به شکل ، اندازه و شرایط استامپ بستگی دارد. اگر یک بیمار ، استامپ کوچکی داشته باشد یک سوکت مکشی برای او مفید نخواهد بود. همچنین اگر استامپ بطور نامناسبی اثر زخم داشته باشد بکارگیری یک اتصال سفت و محکم سبب ناراحتی بیمار خواهد شد. سیستم‌های تعلیق مکشی تنها برای بیمارانی با اندام‌های باقیمانده نسبتا بدون زخم ، سالم و متناسب از لحاظ اندازه و بزرگ که در آن‌ها نیروهای مکشی می‌توانند بطور مناسبی توزیع شوند قابل استفاده است. این نوع سیستم تعلیق به استفاده کننده این امکان را می‌دهد که از سوکتی کاملا منطبق با استامپ و درعین حال سبک و قابل کنترل بهره ببرد.



شکل۱۸- تصویر یک سوکت مکشی

همانطور که پیشتر اشاره شد شایع‌ترین نوع سیستم‌های تعلیق مکشی از جنس سیلیکون هستند. که در آن‌ها ، پروتز از طریق یک مکش یا خلاء میان استامپ و سوکت در محل نگه داشته می‌شود.

۳-۱۵) ساخت سوکت‌های مورد استفاده در سیستم تعلیق مکشی

علاوه بر ساخت سوکت‌های برخوردار از اتصال (قفل و پین) از دیگر ساخت سوکت‌هایی که در سوکت‌های مکشی مورد استفاده قرار می‌گیرند می‌توان به ساخت سوکت‌های فاقد هرگونه اتصال یا همان ساخت سوکت‌های کوشن اشاره نمود.

۱-۳-۱۵) سافت سوکت‌های قفل شونده

نوع اصلی سافت سوکت‌هایی که در سیستم تعلیق مکشی مورد استفاده قرار می‌گیرد ، سافت سوکت‌های قفل شونده می‌باشند. این نوع سافت سوکت از مزایای قابل توجهی برخوردار است از جمله:

۱) این سافت سوکت مطمئن‌ترین شکل تعلیق را فراهم می‌کند. قفل و پین شاتل ، سافت سوکت را بطور محکم در داخل سوکت تثبیت می‌کند که تنها با فشار یک دگمه بر روی سوکت می‌توان این قفل را باز نمود و سافت سوکت را از داخل سوکت خارج نمود.

۲) تعلیق مطمئنی که این سافت سوکت سبب می‌شود ، وزن محسوس اندام مصنوعی را کاهش می‌دهد ، و دراینصورت درحقیقت دیگر احساس تحمل یک وزن معلق در شخص آمپوته وجود نخواهد داشت.

قفل‌هایی که به منظور اتصال این سافت سوکت‌ها به پروتز مورد استفاده قرار می‌گیرند در دو گروه شاخص وجود دارند:

۱) قفل‌هایی که در هنگام پلاستیک ریزی داخل مواد کار گذاشته می‌شوند. این قفل‌ها قابلیت تنظیم کمتری دارند.

۲) و قفل‌هایی که بعد از پلاستیک ریزی به سوکت وصل می‌شوند. این قفل‌ها برخلاف نوع دیگر قابلیت تنظیم خوبی دارند.

همچنین خود پین‌هایی که در قفل‌های سوکتی محکم می‌شوند و معمولا جزیی از سافت سوکت به شمار می‌آیند نیز به دو گروه پین‌های بی‌صدا و نرم وپین‌های صدادار و دندانه‌ای تقسیم می‌شوند.

۱-۳-۱۵) سافت سوکت‌های کوشن

در سیستم‌های مکشی همچنین ، گاهی از سافت سوکت‌هایی استفاده می‌شود که فاقد هرگونه پین دیستال می‌باشند. در این سیستم‌ها ، به محض اینکه سافت سوکت بر روی استامپ قرار می‌گیرد ، استامپ داخل سوکت قرار گرفته و در آن یک شیر دیستال ، هوا را تخلیه می‌کند. با تخلیه شدن تمام هوا ، یک شیر دوم که روی سافت سوکت قرار دارد ، از ورود دوباره هوا به سوکت جلوگیری می‌کند و از این طریق یک مکش یا خلاء ایجاد می‌شود.

۱۶) معرفی محصولات برخی شرکت‌های شاخص تولیدکننده سافت سوکت

بسیاری از تولیدکنندگان ادوات پروتزی سافت سوکت‌های مخصوص خودشان را دارند. در ادامه به شاخص‌ترین محصولات معروفترین شرکت‌های تولیدکننده ادوات پروتزی اشاره خواهیم داشت:

۱-۱۶) انواع سافت سوکت‌های ساخت شرکت *Ossur*

***Iceross sport* –**

این نوع سافت سوکت از مکانیزم تعلیق مکشی‌برخوردار است و بطور خاص برای قهرمانان و ورزشکاران طراحی شده است. این سافت سوکت درعین برخورداری از کمترین وزن ممکنه از ثبات چرخشی و جذب ضربه موثری نیز برخوردار است. این سافت سوکت از دو لایه سیلیکون Derosil™ تشکیل شده که لایه داخلی از لایه خارجی نرم‌تر است. وجود یک پوشش خارجی Supplex® (Supplex یک نوع نایلون مقاوم به سایش است) ، یک سطح داخلی ابریشمی و یک اتصال تیتانیومی برای اتصال به سوکت از دیگر مشخصات این سافت سوکت به شمار می‌آید.
در شکل ۱۹ می‌توان تصویری از این نوع سافت سوکت را مشاهده نمود.

شکل ۱۹- تصویر یک سافت سوکت Iceross sport

Iceross Original Clear & Two Color –

این سافت سوکت برای آمپوته‌های با سطح فعالیت متوسط از راحتی و ثبات خیلی خوبی بهره‌مند است. به خوبی به پوست می‌چسبد و پوشیدن آن اثرات مثبتی را بر روی پوست به همراه دارد که برای توانبخشی پس از عمل جراحی می‌تواند مناسب باشد.

نوع Iceross Original Clear سفت‌ترین نوع سافت سوکت Iceross می‌باشد که با خود حداکثر ثبات بافتی به همراه دارد. نوع دیگر یعنی Iceross Original Two Color نرم‌تر بوده و از راحتی و ثبات بافتی مناسبی برخوردار است. هردو این سافت سوکت‌ها در دو مدل دارای زمینه تقویت کننده و فاقد آن و همچنین در ۱۹ اندازه استاندارد گوناگون وجود دارند. این سافت سوکت‌ها معمولا یک پوشش خارجی نیز دارند که به پوشیدن و خارج کردن آن‌ها نیز کمک می‌کند.

در شکل ۲۰ می‌توان تصویری از سافت سوکت Iceross Original Two Color را مشاهده نمود.

شکل ۲۰- تصویر یک سافت سوکت Iceross Original Two Color

Iceross Dermo –

این سافت سوکت برای آمپوته‌های با سطح فعالیت کم تا متوسط از راحتی و نرمی خیلی خوبی بهره‌مند است. این سافت سوکت از افزودنی‌های مناسب پوست نیز برخوردار است که به سلامتی پوست استامپ کمک قابل توجهی می‌کند. این سافت سوکت همچنین دوام و فیت بسیار

خوبی را در نتیجه ترکیب منحصربفرد سیلیکون ژل Dermo با یک پوشش خارجی به شدت محکم و الاستیک از جنس Supplex فراهم می‌کند. وجود ژل Dermo ، سبب رفع فشار و ناراحتی از مناطق استخوانی یا حساس نیز می‌گردد. این سافت سوکت بر حسب نوع مختصات و طراحی جداره در ۵ مدل و همچنین در ۱۴ اندازه گوناگون وجود دارد.

- ***Iceross Stabilo***

ایده‌آل‌ترین ترکیب ثبات و راحتی را در این نوع سافت سوکت Iceross می‌توان دید که همین امتیاز آن را برای آمپوته‌های با سطح فعالیت متوسط تا شدید مناسب می‌سازد. این سافت سوکت بسیار با دوام بوده و حرکت را درسوکت به حداقل می‌رساند و برعکس ثبات بافت‌های نرم را افزایش می‌دهد. این سافت سوکت همچنین از افزودنی‌های مناسب پوست نیز برخوردار است که به سلامتی پوست استامپ کمک قابل توجهی می‌کند. ترکیب سیلیکونی جدیدی (Dermo Sil) که در ساخت این سافت سوکت بکاررفته به افزایش راحتی و سهولت پوشیدن آن کمک می‌کند. وجود یک پوشش خارجی به شدت محکم و الاستیک از جنس Supplex نیز به بهبود خواص کمک می‌کند. ضخامت استاندارد جداره این سافت سوکت ۳ میلیمتر است و در ۱۱ اندازه گوناگون نیز عرضه می‌شود.

- ***Iceross Seal-in***

این نوع سافت سوکت یک نوع ابداع و خلاقیت در تکنولوژی سافت سوکت‌ها به شمار می‌آید. این سافت سوکت از یک غشاء هیپوباریک[۳۱] برخوردار است که یک تعلیق راحت و مطمئن را فراهم می‌کند. این غشاء ، شکل جداره داخلی سوکت را به خود می‌گیرد یا به عبارت بهتر بر آن منطبق می‌شود و بدین ترتیب یک درزبندی[۳۲] عالی ایجاد می‌شود. زمانیکه سافت سوکت پوشیده می‌شود و سوکت روی آن قرار می‌گیرد ، هوا از طریق یک شیر دیستال خارج شده و یک مکش هیپوباریک ایجاد می‌گردد. وجود یک دگمه رها کننده روی شیر ، به خارج کردن آسان پروتز کمک بسیاری می‌کند.

از مزایای دیگر این نوع سافت سوکت می‌توان به امکان حرکت آزادانه‌تر ، راحتی بیشتر و نگهداری ساده آن اشاره کرد. سافت سوکت Iceross Seal-in در دو مدل Iceross Dermo Seal-in و Iceross Stabilo Seal-in وجود دارد که هر دو از افزودنی‌های مناسب پوست برخوردار هستند که همین مواد به سلامتی پوست استامپ کمک قابل توجهی می‌کنند.

---

[31] Hypobaric
[32] Sealing

Iceross Dermo Seal-in از جنس سیلیکون ژل Dermo است که همین امر برای بافت‌های حساس نرمی و راحتی بالایی را به همراه دارد. این سافت سوکت برای آمپوته‌های با سطح فعالیت کم تا متوسط و افرادی که از بافت‌های بسیار حساس برخوردارند ایده‌آل است.

Iceross Stabilo Seal-in از جنس سیلیکون Dermo Sil است. وجود این نوع سیلیکون، ثبات و کنترل و همچنین راحتی خیلی خوبی را در سافت سوکت به همراه دارد. این سافت سوکت پایداری و فیت مناسب موردنیاز فعالیت‌های روزمره را با خود دارد.

هردو سافت سوکت اشاره شده در ۹ اندازه استاندارد وجود دارند. در شکل ۲۱ می‌توان تصویری از سافت سوکت Iceross Stabilo Seal-in را مشاهده نمود.

Iceross Transfemoral Standard and Conical –

این سافت سوکت برای آمپوته‌های ترانس فمورال با سطح فعالیت کم تا متوسط که تعلیق

شکل ۲۱- تصویر یک سافت سوکت Iceross Stabilo Seal-in

راحت و مطمئن برایشان اهمیت بالایی دارد بسیار مناسب است. برخلاف سافت سوکت‌های مخصوص آمپوته‌های ترانس تیبیال ، این سافت سوکت کاملا با آناتومی فمور مطابقت پیدا کرده و نیاز به وسایل کمکی سنگین و کمربندها یا نوارهای کمک کننده به تعلیق را مرتفع می‌سازد. نوع مخروطی این سافت سوکت برای استامپ‌های ترانس فمورال مخروطی شکل مناسب است. از مزایای این سافت سوکت به انطباق آناتومیکی آن با ران می‌توان اشاره داشت که در حقیقت مقطع نازک ، مخروطی و قابل کشش آن می‌تواند این مزیت را سبب شود. ترکیب حضور یک زمینه تثبیت کننده و سیستم کنترل چرخش (متشکل از پوشش‌دهی کنترلی سیلیکون بر روی کاور خارجی و یک انتهای دیستال سیلیکونی تقویت شده) در این سافت سوکت بطور موثری حرکت پیستونی و همچنین چرخش سوکت را به حداقل می‌رساند و سبب سهولت پوشیدن و خارج کردن

پروتز نیز می‌شود. زمینه‌ای که تمام طول سافت سوکت را در برمی‌گیرد به همراه یک حلقه سفت موجود در انتهای سافت سوکت به نام آمبرلا ، با جلوگیری از چرخش‌های غیرضروری به افزایش کنترل روی استامپ در حین حرکت و نهایتا به کاهش بیشتر حرکت پیستونی کمک می‌کند. همچنین وجودیک مکانیزم پینی، تعلیق سوکت را مستقل ازتغییرات حجمی استامپ می‌سازد.

این سافت سوکت از سیلیکون Dermo Sil ساخته می‌شود که همین امر تعلیق و راحتی عالی آن را تضمین می‌کند. یک مخلوط التیام بخش از سیلیکون ، الو ورا و دیگر مرطوب کننده‌های طبیعی سبب محافظت پوست و راحتی آن می‌گردد.

این سافت سوکت در نوع Iceross Standard در ۱۲ سایز و در نوع Iceross Conical در ۸ سایز مختلف تولید می‌شوند.

در شکل ۲۲ می‌توان تصویری از سافت سوکت Iceross Conical را مشاهده نمود.

شکل ۲۲- تصویر یک سافت سوکت Iceross Transfemoral Conical

Iceross Comfort –

این سافت سوکت برای آمپوته‌های با سطح فعالیت کم تا متوسط بسیار مناسب است. Iceross Comfort از سیلیکون ژل Sensil درجه پزشکی ساخته شده که با یک بافت به شدت الاستیک تقویت می‌شود. وجود یک پوشش نایلونی از دیگر مختصات این سافت سوکت است. این

سافت سوکت برای استامپ‌های دارای بافت‌های ضعیف و زواید استخوانی و همچنین استامپ‌های مخروطی بسیار مناسب است. سافت سوکت Iceross Comfort بر حسب ضخامت و طراحی مقطع در دو مدل وجود دارد. این سافت سوکت همچنین در ۱۴ اندازه گوناگون تولید می‌شود.

۲-۱۶) انواع سافت سوکت‌های ساخت شرکت *Ottobock*

- سافت سوکت *Orthogel*

این سافت سوکت از جنس پلی یورتان ژل می‌باشد که با یک بافت پوشانده و تقویت می‌شود. سطح داخلی سافت سوکت پوشش داده می‌شود تا پوشیدن و خارج کردن استامپ از آن بدون نیاز به هرگونه روانکار به آسانی صورت گیرد. این سافت سوکت بصورت کاستوم مید برای بیماران ترانس تیبیال ساخته می‌شود. با توجه به کاستوم مید بودن آن ، این نوع سافت سوکت برای آمپوته‌های برخوردار از اشکال غیراستاندارد استامپ نیز می‌تواند کارا باشد. این سافت سوکت همچنین بطور خاص برای آمپوته‌های دارای استامپ‌های زخم ، آتروفی شده ، استخوانی یا حساس نیز مناسب است. این سافت سوکت ، جذب ضربه و راحتی بالایی را با خود به همراه دارد.

سافت سوکت ارتوژل در ۸ اندازه استاندارد و همانطور که اشاره شد بصورت کاستوم مید تولید می‌شود. در شکل۲۳ می‌توان تصویری از این نوع سافت سوکت را مشاهده نمود.

شکل ۲۳- تصویر یک سافت سوکت Orthogel

- سافت سوکت *Technogel*

این نوع سافت سوکت از جنس سیلیکون ژل می‌باشد و از مهم‌ترین مشخصات آن به جذب ضربه،راحتی و تعلیق مناسب می‌توان اشاره داشت. این نوع سافت سوکت از یک پوشش بافته بادوام برخوردار است که پلی یورتان الیفاتیک بکاررفته در آن مانع هرگونه حساسیت در پوست می‌شود. نرمی و انعطاف بالای این سافت سوکت ، استفاده آسان از آن را بدون نیاز به هرگونه روانکار ممکن می‌سازد. تکنوژل علاوه براین ، توزیع فشار مطلوبی ایجاد می‌کند که امکان تطبیق سافت سوکت را با هرگونه شکل استامپ یا زواید استخوانی موجود روی آن فراهم می‌سازد. سافت سوکت تکنوژل در ۱۴ سایز مختلف وجود دارد.
در شکل۲۴ می‌توان تصویری از این نوع سافت سوکت را مشاهده نمود.

شکل ۲۴- تصویر یک سافت سوکت Technogel

- سافت سوکت سیلیکونی *Ottobock*

از دیگر محصولات شرکت اتوبوک به سافت سوکت‌های سیلیکونی این شرکت می‌توان اشاره داشت. این سافت سوکت‌ها به دو نوع دارای بافت تقویت کننده و فاقد آن تقسیم می‌شوند. این سافت سوکت در ده سایز مختلف وجود دارد. وجود قفل شاتل با اجزاء تیتانیومی آن به ایجاد یک اتصال محکم با پروتز کمک می کند.

۳-۱۶) انواع سافت سوکت‌های ساخت شرکت *Alpha*

Original Alpha® liner - cushion –

این سافت سوکت منحصربفرد ، پوست استامپ را در یک لایه سازگار با پوست از جنس یک نوع ژل پایه روغن – مینرال دربر می‌گیرد. این ژل نیاز به پودر یا لوشن را درهنگام پوشیدن سافت سوکت کاملا مرتفع می‌سازد. این لایه‌ی ژلی به آرامی و ملایمت به پوست می‌چسبد و پوست را در مقابل خراشیدگی و آسیب محافظت می‌کند و در عین حال سبب راحتی بسیار زیاد پوست نیز می‌گردد.

معمولا این لایه ژلی با یک لایه بافته محکم و با دوام پوشانده شده که همین تقویت بافت مانند به افزایش عمر سافت سوکت کمک به سزایی می‌کند و در عین حال پوشیدن و قرارگرفتن آن درون سوکت را نیز تسهیل می‌سازد.

برای ایجاد حداکثر راحتی بیمار و همچنین انطباق مناسب سوکت ، سافت سوکت‌های آلفا در سه ضخامت ژل و همچنین شش اندازه برای انطباق بیشتر با محیط اندام آمپوته تولید می‌شوند. علاوه بر این اندازه‌های متوسط و بالای متوسط (مدیوم پلاس) در سه طرح مختلف ژلی وجود دارند تا بتوانند با انواع مختلف شکل‌های استامپ همراه با راحتی بالایی ، سازگاری و انطباق داشته باشند.

این سافت سوکت‌ها در طرح‌های ساده ، مخروطی باریک شونده و منقش و رنگی در ضخامت‌های ژل ۳ ، ۶ و ۹ میلیمتر با اندازه‌های کوچک ، متوسط ، مدیوم پلاس ، بزرگ و بسیار بزرگ تولید می‌شوند. در شکل ۲۵ می‌توان تصویری از این نوع سافت سوکت را مشاهده نمود.

۴-۱۶) سافت سوکت *Aegis*

این سافت سوکت یک سافت سوکت سیلیکونی مخروطی شکل است که برای آمپوته‌های ترانس تیبیال دقیقا بر مبنای شکل آناتومیکی واقعی یک استامپ طراحی شده است. این سافت سوکت راحت است و زمانی که فرد آمپوته برای مدت طولانی در یک محل می‌نشیند دچار حداقل چین و چروک خوردگی می‌شود. همچنین سیلیکون آن از حداقل افزودنی‌ها یا پیگمنت‌های رنگی برخورداراست. وجود یک بافت تقویت کننده با دوام در این سافت سوکت نیز باعث سهولت پوشیدن و خارج کردن آن می‌شود. این سافت سوکت با نام تجاری Streamline Liner شناخته می‌شود و در دو مدل دارای سیستم قفل شونده و نوع فاقد آن عرضه می‌شود. این سافت سوکت با جداره‌ای به ضخامت ۲ تا ۳ میلیمتر و در ۹ سایز مختلف تولید می‌شود.

نوع دیگر این سافت سوکت‌ها از جنس سیلیکون ژل است که با نام تجاری Ultimate Liner عرضه می‌شود. این نوع سافت سوکت نیز از مزایای مشابهی با سافت سوکت Streamline برخوردار است با این تفاوت که جداره ضخیم‌تری داشته (۶میلیمتر) و در سه سایز کوچک ، مدیوم و بزرگ تولید می‌شود. در شکل۲۶ می‌توان تصویری از این نوع سافت سوکت را مشاهده نمود.

شکل ۲۵- تصویر یک سافت سوکت Original Alpha® liner - cushion

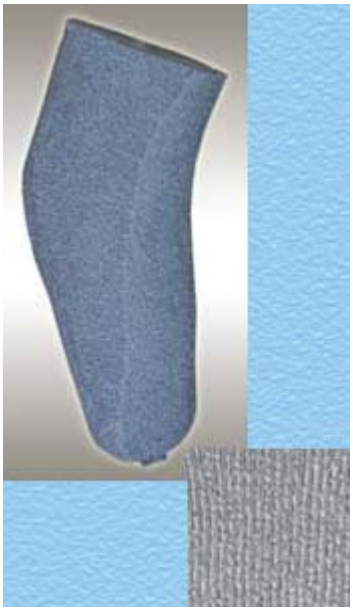
۵-۱۶) انواع سافت سوکت‌های ساخت شرکت *Silipos*

Explorer ™ Liner -

این نوع سافت سوکت از یک سیستم ژلی حاوی یک نوع روغن مینرالی درجه پزشکی ساخته شده است که این روغن به تدریج از جداره دربرگیرنده آن نفوذ کرده و پوست را مرطوب و روانکاری می‌کند به این دلیل دیگر با آن نیازی به استفاده از روانکارهایی مانند لوشن‌ها یا الکل نیست. این ژل با یک پارچه محکم ، با دوام و راحت تقویت شده است. این بافت خواص کششی بسیارمناسبی دارد ضمن اینکه بسیار نرم و راحت نیز می‌باشد. این سافت سوکت در دو مدل دارای پین و بدون پین اتصال تولید می‌شود.

Cushion SiloLiner™ -

این سافت سوکت ژلی نیز از یک روغن مینرالی درجه پزشکی در داخل یک لایه نایلونی



شکل ۲۶- تصویر یک سافت سوکت Aegis Ultimate همراه با بافت بکاررفته در ساختار آن

تشکیل شده است. نوع سیلولاینر آن برای آمپوته‌های بسیار فعال مانند ورزشکاران طراحی شده است. در شکل۲۷ می‌توان تصویری از این نوع سافت سوکت را مشاهده نمود.

۱۶-۶) ساقت سوکت TEC (Total Enviroment Control) محصول شرکت (Caspers-Schneider Technologies Inc.)

این نوع ساقت سوکت یورتانی بر طبق همان اصول موجود در پاشنه[۳۳] پای انسان که فشارهای رایج در فعالیت‌های شدید را پخش می‌کند ، عمل می‌کند.

۱۶-۷) انواع ساقت سوکت های ساخت شرکت SPS

- Medipro ® Protect Liner

این ساقت سوکت ا ز یک غشاء اسمتیک برخوردار است که سیلان تک جهته امولسیون اختصاصی Medi را به سمت سطح پوست تسهیل می‌کند. این غشاء نیمه نفوذپذیر به صورت یک فصـــل مشترک نرم و آرامش بخش عمل می‌کند. وجود این غشاء بخصوص برای آمپوته‌های دارای

شکل ۲۷- تصویر یک ساقت سوکت Cushion SiloLiner™

استامپ‌های مخروطی شکل ، استامپ‌های دارای مقدار بافت نرم اندک در قسمت دیستال و استامپ‌های با پوست به شدت حساس بسیار مناسب است. وجود امولسیون اشاره شده سبب حداقل اصطکاک با پوست گردیده و بدین ترتیب پوشیدن و خارج کردن آن را از استامپ آسان می‌سازد.

از جمله مختصات منحصربفرد ساقت سوکت Protect liner به این موارد می‌توان اشاره داشت:

[33] -Heel pad

۱) وجود یک پین قابل تنظیم و خارج کردن که این قابلیت را به سافت سوکت می‌دهد تا بسته به نیاز یا سلیقه شخصی فرد آمپوته از سافت سوکت بصورت پین‌دار و قابل قفل شدن به پروتز استفاده کند یا بصورت صرفا یک سافت سوکت فاقد اتصال یا کوشن میان استامپ و سوکت.

۲) وجود یک بافت زمینه که امکان کشیده شدن سافت سوکت را به صورت رادیال و همچنین در جهت طولی فراهم می‌کند.

۳) وجود یک پوشش جاسازی شده در سافت سوکت که جداشدگی لبه آن ، پارگی سافت سوکت و همچنین ایجاد تروما و زخم شدگی پوست را کاهش می‌دهد.

۴) وجود جداره دیستال ضخیم که راحتی بیشتری را در سافت سوکت به همراه دارد.

در شکل۲۸ می‌توان تصویری از این نوع سافت سوکت را مشاهده نمود.

- Medipro ® Sensitive Liner

این سافت سوکت نیز از مشخصات منحصربفرد مشابهی همانند Medipro ® Protect Liner برخوردار است (تمامی موارد شماره ۱ تا ۴ در این سافت سوکت نیز وجود دارد). یک ویژگی

شکل ۲۸- تصویر یک سافت سوکت Medipro ® Protect Liner

منحصربفرد خاص این سافت سوکت ، وجود حداقل اتصال میان سطح داخلی سیلیکونی و زمینه تقویت کننده می‌باشد. چنین ویژگی خاصی سبب حداقل زخم شدگی پوست و عمر بیشتر سافت سوکت می‌گردد. در این سافت سوکت بر خلاف مورد قبل یک سطح سیلیکونی در جداره سافت سوکت جاسازی می‌شود که همانطور که اشاره شد با زمینه تقویت کننده حداقل اتصال و پیوستگی را دارد.

۸-۱۶) انواع سافت سوکت‌های ساخت شرکت *ALPS*

دو نوع سافت سوکت شاخص تولیدی این شرکت عبارتند از سافت سوکت های Thermoliner و Easyliner.

- Thermoliner

ترمولاینر یک نوع سافت سوکت از جنس ژل ترموپلاستیک می‌باشد که با اعمال حرارت قابل شکل‌دهی است یعنی در حقیقت ترموفرمیبل می‌باشد. این ماده سختی‌ای بین سیلیکون و ژل دارد. از آنجا که این سافت سوکت با اعمال حرارت قابل شکل‌دهی به شکل استامپ می‌باشد می‌توان ادعا نمود که به اندازه سافت سوکت‌های نرم‌تر ، راحت می‌باشد و چون دقیقا به شکل استامپ در می‌آید کنترل بیشتری را از طریق فیت مناسبی که ایجاد می‌کند با خود به همراه دارد. از دیگر مزایای این سافت سوکت به تعلیق مناسب و سهولت پوشیدن آن می‌توان اشاره نمود. تنها عیب این نوع سافت سوکت وجود یک مرحله اضافی ترموفرمینگ در پروسه تولید می‌باشد.

این سافت سوکت برای انواع استامپ‌ها و افراد آمپوته مختلف قابل استفاده است. از جمله آمپوته‌هایی که از این سافت سوکت می‌توانند استفاده کنند به آمپوته‌های سایم[۳۴]، دیس آرتیکولیشن زانو ، آمپوته‌های ترانس فمورال ، ترانس تیبیال و همچنین آمپوته‌هایی که فعالیت بالایی دارند بویژه ورزشکاران می‌توان اشاره نمود. سافت سوکت ترمولاینر در مدل‌های Thermoliner Cushion Liner و Thermoliner Locking Liner تولید می‌شود.

در شکل۲۹ می‌توان تصویری از این نوع سافت سوکت را مشاهده نمود.

[34] -Symes

Easyliner -

ترکیبی از نرمی ، استحکام و الاستیسیته ژل مورد استفاده در این سافت سوکت سبب راحتی و دوام باورنکردنی این محصول گردیده است. این سافت سوکت امکان حرکت آزادانه را فراهم می‌سازد و درعین حال تماس کاملی را با پوست بدون هرگونه محدود سازی جریان خون

شکل ۲۹- تصویر یک سافت سوکت Thermoliner

ایجاد می‌کند. وجود این نوع ژل خاص در بدنه این سافت سوکت سبب ایجاد حداقل اصطکاک با پوست گردیده که همین امر سبب کاهش نیروهای برشی می‌گردد. از دیگر مزایای این سافت سوکت به توزیع عالی فشار که سبب راحتی پوست می‌گردد ، فیت عالی با استامپ و دوام خوب آن می‌توان اشاره کرد. سافت سوکت ایزی لاینر در مدل‌های Easyliner Super Stretch و Easyliner Fabric- Reinforced- فاقد سیستم قفل شونده و نوع Easyliner Locking Liner دارای این سیستم تولید می‌شود. این سافت سوکت در نوع اول فاقد هرگونه پوشش بافته (پارچه‌ای) بوده و تنها از ژل ساخته شده است اما در مدل‌های بعدی از یک بافت تقویت کننده برخوردار است که سبب سهولت پوشیدن و خارج کردن سافت سوکت می‌گردد. همچنین مدل اول از یک مقطع یکنواخت با ضخامت ۶ میلیمتر برخوردار است در حالیکه مدلهای دیگر در سه طرح متفاوت با ضخامت‌های مختلف ۳ و ۶ میلیمتر تولید می‌شوند.

در اشکال ۱۰و۱۱ می‌توان تصویری از این نوع سافت سوکت را در مدل‌های Easyliner Fabric- Reinforced- فاقد سیستم قفل شونده و نوع Easyliner Locking Liner دارای این سیستم مشاهده نمود.

Clearpro SSA -

این سافت سوکت نوعی سافت سوکت سیلیکونی مکشی شفاف به شمار می‌آید. از امتیازات این سافت سوکت به اتصال و چسبندگی عالی آن به پوست می‌توان اشاره کرد که سبب حفظ تعلیق و همچنین ایجاد یک استحام پارگی بالا و نهایتا دوام مناسب می‌گردد. سیلیکون درجه پزشکی مورد استفاده در این سافت سوکت امکان حرکت آزادانه و همچنین راحتی خیلی خوبی را فراهم می‌کند. شفافیت و وجود یک آمبرلا در انتهای دیستال سافت سوکت از ویژگی‌های ساختاری شاخص این نوع سافت سوکت به شمار می‌آیند. وجود سیلیکون اضافی موجود در انتهای دیستال نیز سبب کاهش حرکت پیستونی و افزایش ثبات دیستال می‌گردد. این سافت سوکت در دو مقطع با ضخامت‌های ۱/۵ و ۳ میلیمتر و همچنین در ۱۴ اندازه مختلف تولید می‌شود.

در شکل ۱۶می‌توان تصویری از این نوع سافت سوکت را مشاهده نمود.

۱۷) نتیجه‌گیری

سافت سوکت‌ها بخش مهمی از یک پروتز به شمار می‌آیند و بر روی میزان راحتی و عملکرد پروتز تاثیر عمده‌ای دارند. در صورتی که بدرستی از سافت سوکت بهره گرفته شود با استفاده از آن بستر نرمی داخل سوکت فراهم می‌شود که به کاهش اصطکاک و توزیع مطلوب فشار وارده به استامپ کمک به سزایی می‌کند. علاوه بر بحث راحتی یک سافت سوکت ، مساله فیت یا انطباق به کمک سافت سوکت‌ها نیز از اهمیت بالایی برخورداراست. با توجه به این موارد پس می‌توان ادعا نمود که در حقیقت ، سافت سوکت یک جزء تعیین کننده در عملکرد یک سوکت و در نگاه کلان‌تر یک پروتز به شمار می‌آید. تمامی این توصیفات خود به خوبی اهمیت یک سافت سوکت و در اصل طراحی آن را یادآور می‌شود.

در طراحی مناسب یک سافت سوکت ، جنبه‌های گوناگونی را می‌توان مدنظر داشت که تمام بر خواص و عملکرد آن موثرند. در بررسی صورت گرفته ، سعی شد بیشترین پارامترهای دخیل در ارائه عملکرد مطلوب از جانب یک سافت سوکت مورد کنکاش قرار گیرد. از مهم‌ترین پارامترهایی که مدنظر قرار گرفت به نوع ماده سازنده سافت سوکت ، خواص مهندسی این مواد ، مشکلات زیستی مرتبط با سافت سوکت‌ها و همچنین نوع مختصات طراحی بکاررفته در سافت سوکت‌ها بایستی اشاره کرد.

دیدیم با توجه به نوع آناتومی افراد ، نوع و شکل استامپ‌ها و میزان یا سطح فعالیت هر فرد ممکن است نوعی از سافت سوکت بر دیگری ترجیح داده شود. برای مثال فردی ممکن است با توجه به سطح فعالیت کم تا متوسط خود یک سافت سوکت سیلیکونی را ترجیح دهد در حالیکه

یک فرد ورزشکار بنابه نیاز خود برای داشتن سافت سوکتی که پاسخ مناسبی داشته باشد ممکن است یک سافت سوکت یورتانی را ترجیح دهد. یا حتی بسته به سلیقه ، فردی یک سافت سوکت رنگی را بر نوع شفاف آن ترجیح دهد. اگرچه در بحث انتخاب یک سافت سوکت در میان انواع گوناگون آن سلیقه فردی نیز یک عامل تاثیرگذار به حساب می‌آید با این حال در نظرگرفتن عوامل علمی در دو بعد علوم مهندسی و پزشکی بی‌شک به انتخاب هوشمندانه یک نوع سافت سوکت مناسب کمک به سزایی می‌کند.

در این راستا همانطورکه دیده شد ، از لحاظ خواص مهندسی ، بر پایه نتایج تست‌های صورت گرفته می‌توان ادعا نمود که یورتان از آنجاکه ترکیب منحصربفردی از بهترین پاسخ (به خاطر ارائه بالاترین میزان سفتی) ، بهترین محافظت (به خاطر انتقال کمترین میزان نیروهای ضربه‌ای) و کمترین میزان نازک شدگی یا فرسودگی را به همراه دارد ، مناسب‌ترین ماده پلیمری برای استفاده در ساخت سافت سوکت‌ها می‌باشد. با این حال سفتی بالای این ماده در عین حال می‌تواند نقطه ضعفی برای این نوع سافت سوکت محسوب شود و مانع یک فیت و تطبیق خوب و مناسب با استفاده از یک سافت سوکت یورتانی گردد. یورتان همچنین فاقد هرگونه اثر نامطلوب زیستی از لحاظ ایجاد مشکلات پوستی و واکنش‌های آلرژیک نیز می‌باشد. از جمله مهم‌ترین مشکلات و معایب پلی‌یورتان به فرایند تولید مشکل و هزینه تولید بالای آن بایستی اشاره کرد که مانعی در مقابل گسترش این ماده در ساخت ادوات پروتزی مانند سافت سوکت‌ها می‌باشد.

۱۸) بررسی مراجع مورد مطالعه

در این تحقیق سعی شد اطلاعات غالبا از منابع شناخته شده و معتبر مورد استناد قرار گیرند که در ادامه مآخذ اصلی این منابع و اطلاعات را مورد بررسی قرار خواهیم داد:

۱-۱۸) ژورنال توانبخشی JPO

ژورنال ارتزها و پروتزها (Journal of Prosthetics and Orthotics) ژورنال رسمی آکادمی متخصصین ارتز و پروتز آمریکا می‌باشد. هدف این ژورنال کمک به ارتقاء و انتشار تمامی پیشرفت‌های علمی و فنی حاصل شده در زمینه تکنولوژی ارتزها و پروتزها می‌باشد.

- در مقاله‌ای تحت عنوان "Evolution and Development of the Silicon Suction Socket (3S) for- Below-Knee Prostheses"- که در جلد اول ، شماره دوم ژورنال JPO در سال ۱۹۸۹ میلادی به چاپ رسیده محققی به نام Carlton E. Fillauer به سابقه و قدمت تولید سافت سوکت‌های مکشی اشاره می‌کند.

دراین مقاله به استفاده از موادی مانند سیلیکون در قالب سافت سوکت‌های مکشی ICEROSS وهمچنین موادی مانند Surlyn نیز اشاره شده است. همچنین مختصات طراحی بکاررفته در ساخت سوکت‌های مکشی سیلیکونی مانند وجود بافت تقویت کننده و سیستم قفل شونده نیز مورد بررسی قرار گرفته است.

از بخش‌های جالب توجه این مقاله بایستی به بررسی‌های میدانی صورت گرفته در مورد اثرات پوشیدن و استفاده از این قبیل سافت سوکت‌ها بر روی افراد آمپوته اشاره نمود. در این تحقیقات افراد مختلفی از لحاظ نوع استامپ ، سن و جنس انتخاب شده اند. نتایج این بررسی‌ها ، معایب و محاسن استفاده از این سیستم پروتزی را بخوبی نشان داده است.

- در جلد هشتم، شماره سوم ژورنال JPO در سال ۱۹۹۶ محققی به نام A.M. Boonstra در مقاله‌ای تحت عنوان " INTERNATIONAL FORUM—Silicone Suction Socket (3S) Versus Supracondylar- PTB Prosthesis with Pelite Liner: Transtibial Amputees' Preference"- به سافت سوکت‌های سیلیکونی مکشی و مکانیزم تعلیق مکشی در آن‌ها می‌پردازد. ذکر مزایای این نوع سافت سوکت‌ها در مقایسه با سایر سافت سوکت‌های از جنس مواد دیگر از جمله مواردی است که در این مقاله بیان می‌شود. در این مقاله پروتزهای دارای سوکت سیلیکونی مکشی با پروتزهای PTB دارای سافت سوکت Pelite (پلی اتیلن فومی) مورد مقایسه قرار می‌گیرند. در این تحقیق توجه و تمرکز بر روی آمپوته‌های ترانس تیبیال و اینکه این گروه افراد آمپوته میان دو نوع پروتز اشاره شده کدام را ترجیح می‌دهند ، می‌باشد. در این تحقیق ۸ فرد آمپوته ترانس تیبیال در یک تست مدت دار مورد آزمایش قرار می‌گیرند. با قراردهی این دو نوع پروتز در اختیار این افراد برای مدت زمان مشخص، این پروتزها مورد مقایسه و بررسی قرار می‌گیرند و تاثیر این پروتزها بر روی سلامتی استامپ در طول فعالیت‌هایی نظیر راه رفتن ، ایستادن و ورزش ، سهولت پوشیدن و خارج کردن و میزان تعریق مورد آزمایش قرار گرفته است.

- محققی به نام Louis J. Haberman و همکارانش در جلد چهارم شماره دوم این ژورنال در سال ۱۹۹۲ میلادی در مقاله‌ای تحت عنوان "Silicone-Only Suspension (SOS) for the Above-Knee- Amputee",- به مبحث سافت سوکت و سوکت سیلیکونی مکشی می‌پردازد. امتیازات این قبیل سافت سوکت‌ها نظیر نداشتن هیچ‌گونه مشکلات پوستی در حین استفاده از آن‌ها بدلیل فیتینگ خوبی که با آن‌ها تامین می‌شود و همچنین راحت بودن و تعلیق مناسبی که با آن‌ها ایجاد می‌شود از جمله مزایایی است که این سافت سوکت‌ها با خود دارند. با این حال نوع قفل شونده این سافت سوکت‌ها برای گروهی از افراد آمپوته مشکلاتی به همراه دارد که در این مقاله به آن‌ها اشاره شده‌است. مباحثی چون ارائه ۳ مورد Case study در مورد سافت سوکت‌های سیلیکونی مکشی برای برخی افراد آمپوته با شرایط خاص مانند کهولت سن ، اشاره به تکنیک‌های

ساخت سافت سوکت‌های سیلیکونی ، تکنیک پوشیدن سافت سوکت‌های سیلیکونی و موادی که بدین منظور استفاده می‌شود از دیگر سرفصل‌هایی است که در این مقاله به آن‌ها اشاره شده است.

- در مقاله‌ای تحت عنوان "The incidence of dermatological problems in the silicon suspension- sleeve user- که در جلد ۹ شماره سه ژورنال JPO در سال ۱۹۹۷ میلادی به چاپ رسیده محققی به نام Christopher Lake به انواع مشکلات درماتولوژیکی در استامپ افراد آمپوته‌ای که از سوکت‌ها و سافت سوکت‌های پروتزی استفاده می‌کنند می‌پردازد. این محقق این‌گونه مشکلات را ناشی از برخی عوامل چون نحوه فیت شدن، بهداشت، بیماری‌های مزمن و حرارت اضافی در محل تماس می‌داند. شرایط آب و هوایی گرم و مرطوب نیز می‌تواند سبب خیس شدن پوست در سوکت گردیده و نهایتا با از بین رفتن فولیکل‌های مو بوسیله باکتری‌ها سبب آسیب دیدن پوست می‌گردد. عواملی مانند فیتینگ نامناسب، مالیده شدن سوکت روی سطح استامپ، بروز واکنش‌های حساسیت‌زا بخاطر نوع ماده بکاررفته در ساخت سافت سوکت مواردی هستند که می‌توانند با ایجاد شرایطی که در بالا اشاره شد سبب تخریب پوست گردند.

سیلیکون به عنوان یک ماده شناخته شده در ساخت سافت سوکت‌ها در این مقاله نیز مورد بررسی قرار گرفته است. بویژه احتمال بروز واکنش‌های ناسازگار یا حساسیت‌زا در قبال استفاده از این ماده در ساخت سافت سوکت‌ها با مرور مطالعاتی که در این زمینه بوسیله سایر محققان صورت گرفته است بررسی و کاملا رد می‌شود.

- دو محقق به نام‌های Toshiro Nakamura و Eiji Hatano در جلد اول ، شماره چهارم این ژورنال در سال۱۹۸۹ میلادی در مقاله‌ای تحت عنوان "Process of development and application of porous- plastic to prosthetic sockets"- به مشکلات موجود در برخی انواع سوکت‌ها مانند تعریق و انتشار بوی بدن از سوکت در تماس با پوست بویژه در طول فصل تابستان در دمای بالا و رطوبت شدید اشاره می‌کنند. در این مقاله بکارگیری برخی انواع مواد متخلخل خاص در ساخت سافت سوکت‌ها به منظور رفع این‌گونه مشکلات مورد توجه قرار می‌گیرد. از جمله این مواد متخلخل بایستی به فوم‌های پلی‌اتیلنی و پلی یورتانی اشاره کرد که می‌توانند با اعمال حرارت شکل پذیر باشند و به راحتی منطبق با شکل استامپ تولید شوند.

- محققی به نام Steven J.Covey و همکارانش در جلد دوازده شماره دوم این ژورنال در سال ۲۰۰۰ میلادی در مقاله‌ای تحت عنوان "Flow Constraint and Loading Rate Effects on Prosthetic Liner- Material and Human Tissue Mechanical Response" - خواص مکانیکی فشاری چهار ماده شاخص مورد استفاده در سافت سوکت‌های پروتزی نظیر یورتان، دو نوع سیلیکون الاستومری و ژلی و یک الاستومر ترموپلاستیک با هم و با عضله انسان را مورد مقایسه قرار می دهند. این مقایسه برحسب نرخ یا آهنگ بارگذاری و مقاومت در برابر سیلان و تغییرفرم

انجام شده است. نتایج تست‌های صورت گرفته در مورد سه ویژگی مکانیکی مانند سفتی، درصد جذب انرژی و دفرماسیون پسماند در این مقاله ارائه شده‌اند و در مورد این چهار ماده با هم مقایسه می‌شوند. بنابر این محاسبات نهایتا بهترین ماده از لحاظ عملکرد مکانیکی معرفی می‌شود. در این مقاله به خوبی تست‌های مکانیکی صورت گرفته همراه با جزئیات روند انجام تست‌ها و اطلاعات و نتایج بدست آمده ارائه، تشریح و آنالیز می‌شوند.

۲-۱۸) کتاب های مرجع

- کتاب "بیماری‌های مفاصل و استخوان" نوشته دکتر کاظم احدی (عضو هیئت علمی مرکز پزشکی هفتم تیر) و از انتشارات جهاد دانشگاهی در سال ۱۳۶۵ یکی از کتابهای مرجعی بود که در این تحقیق مورد استفاده قرار گرفت. سرفصل های شاخص این کتاب عبارتند از: تاریخچه ارتوپدی ، تشخیص در ارتوپدی و انواع معاینات ، انواع بیماری های مرتبط با سیستم اسکلتی بدن نظیر انواع آرتریت ها ، وسایل فیزیکی مورد استفاده در ارتوپدی ، آمپوتاسیون اندام های تحتانی و فوقانی و پروتزهای مورد نیاز و همچنین ارتزها.

در فصل مربوط به بحث آمپوتاسیون به مطالبی در مورد تاریخچه آمپوتاسیون به عنوان یک عمل جراحی ، انواع آمپوتاسیون های اندام تحتانی و فوقانی ، اصول کلی جراحی قطع عضو، خلاصه ای از لزوم قطع عضو ، علل انجام جراحی قطع عضو مانند بیماری های عروقی ، مراحل بعد از عمل و نهایتا پروتزهای مورد استفاده در این زمینه برمی خوریم. در بخش پروتزهای مورد استفاده ، اجزاء گوناگون یک پروتز اندام تحتانی مورد بررسی قرار می گیرند. از جمله این اجزاء بایستی به سوکت اشاره نمود که در قالب این قسمت از کتاب به انواع سوکت ها بر حسب نوع ساختار و طراحی بکاررفته در آن ها پرداخته می شود.

- کتاب "Industrial plastics; Theory & Application" نوشته Terry L.Richardson وErik Lokensgard از انتشارات .Delmar Publishers Inc در سال ۱۹۹۷، یک کتاب مرجع در زمینه علم مهندسی پلیمر می‌باشد که اطلاعات کاملی در باب مواد پلیمری ارائه می‌کند و یک راهنمای مناسب برای تمامی متخصصین علم مواد و بویژه مهندسی پلیمر می‌باشد. در فصل‌های مختلف این کتاب اطلاعات جامعی در مورد تک تک مواد پلیمری و روش‌های ساخت قطعات وشکل دهی آن‌ها می‌توان یافت.

۳-۱۸) پایان نامه‌های معتبر دانشگاهی

- پایان نامه کارشناسی "مقایسه میزان رضایت از سیستم آیسروس با سیستم‌های متداول تعلیق" نوشته آقایان جواد زارعی و محمد باقری منزه از دانشگاه علوم پزشکی و خدمات

بهداشتی درمانی ایران نیز از دیگر منابع مطالعاتی مورد استفاده در این تحقیق بود. این پایان نامه ازآنجاکه با بررسی‌ای که توسط اساتید این رشته در حین ارزشیابی تحقیق صورت گرفته بود به عنوان یک تحقیق ممتاز شناخته شده بود بصورت یکی از منابع این تحقیق مورد استفاده قرار گرفت. در این تحقیق سیستم سوکتی آیسروس و شل سیلیکونی مورد بررسی قرار گرفته است و سعی شده تا عوامل عمده نارضایتی مددجویانی که از این سیستم استفاده می‌کنند شناسایی گردد و نهایتا بین میزان رضایت مددجویان از سیستم‌های متداول و آیسروس مقایسه‌ای نیز به عمل آمده است.

در این تحقیق که در حقیقت نوعی تحقیق میدانی به حساب می‌آید فاکتورهای دخیل و تعیین کننده در میزان رضایت یک فرد آمپوته از سوکت و همچنین سافت سوکت مورد بررسی قرار گرفته است.

۴-۱۸) ژورنال های مرتبط با Department of VA(Veterans Affairs)

- یکی از شناخته شده ترین ژورنال‌های مرتبط با نهاد VA Research & Development ژورنال Journal of Rehabilitation Research & Development (JRRD) می‌باشد. در این ژورنال که یک ژورنال علمی در مورد توانبخشی می‌باشد، اولویت‌های تحقیقاتی عبارتند از مواردی مانند پروتزها، آمپوتاسیون‌ها ، ارتزها و ارتوپدی. زمینه‌هایی مانند ضایعات نخاعی و سایر ضایعات سیستم عصبی، روش‌های کمک‌دهی تشخیصی، حسی وارتباطی از دیگر موضوعاتی هستند که در این ژورنال مرتبط با دپارتمان قربانیان جنگ مورد توجه هستند.

- در جلد ۴۱ شماره دوم این ژورنال در سال ۲۰۰۴ میلادی ، محققی به نام Joan E. Sanders و همکارانش در مقاله ای تحت عنوان " Testing of elastomeric liners used in limb prosthetics: Classification of 15 products by mechanical performance"- خواص مکانیکی ۱۵ سافت سوکت الاستومری مختلف (محصول چندین شرکت شناخته شده تولید کننده ادوات پروتزی) را تحت شرایط باری فشاری، اصطکاکی، برشی و کششی ارزیابی نموده اند. از جمله این سافت سوکت‌ها، به سافت سوکت‌های از جنس سیلیکون ژل، سیلیکون الاستومری و یورتان بایستی اشاره داشت که رفتار مکانیکی تک تک این سافت سوکت‌ها در شرایط باری گوناگون بررسی شده است. این تحقیق از جمله تحقیقات بسیار قوی و مناسبی است که در زمینه مواد بکاررفته در ساخت سافت سوکت‌ها صورت گرفته است.

- در جلد ۳۸ شماره دوم این ژورنال در سال ۲۰۰۱ میلادی، محققی به نام Arthur F.T. Mak و همکارانش در مقاله‌ای تحت عنوان " State-of–the-art research in lower-limb prosthetic- biomechanics-socket interface", - به بررسی بیومکانیکی سوکت‌ها که در حقیقت

فصل مشترکی میان پروتز اندام تحتانی و بدن به شمار می‌آیند، می‌پردازند. در حقیقت در قالب این مقاله مطالب و تحقیقات جدیدی که در مورد بیومکانیک سوکت‌ها در مواردی مانند اندازه گیری فشار سوکت، بحث اصطکاک در سوکت و سایر ویژگی‌های مرتبط با آن، مدلینگ محاسباتی و پاسخ یا عکس العمل بافت‌ها در قبال نیروهای مکانیکی خارجی وسایر شرایط فیزیکی در فصل مشترک مرور می‌شود. از دیگر مباحثی که در این مقاله به آن پرداخته می‌شود مشکلات پوستی و عوارضی است که در نتیجه اعمال بار نامناسب از طرف پروتز بر اندام‌ها و پوست رخ می‌دهد. این بررسی با هدف شناخت بیشتر بیومکانیک فصل مشترک به منظور بهینه سازی فرایند فیتینگ که در عملکرد یک پروتز اندام تحتانی بسیار مهم است صورت می‌گیرد. در این راستا به ضرورت بهره گیری از یک واسط یا همان سافت سوکت به منظور تطبیق مناسب‌تر و توزیع بار بهتر در فصل مشترک سوکت و استامپ نیز پرداخته شده است.

۵-۱۸) ژورنال First step

این ژورنال وابسته به Amputee Coalition of America (ACA) می‌باشد. این نشریه شامل مقالاتی است که توسط متخصصین امور مختلفی مانند امور مالی، سلامتی و بهداشت، توانبخشی و روان درمانی نوشته شده‌اند. بطور عمده این ژورنال روی مواردی مانند چگونگی کسب سرویس مناسب‌تر و تصمیم گیری بر روی انتخاب‌های موجود که غالبا خریداران اقلام مختلف مانند وسایل توانبخشی وقت زیادی می‌بایست در هنگام انتخاب و خرید صرف کنند متمرکز شده است.

پارامترهای تعیین کننده در کیفیت یک محصول پروتزی در قالب مقالاتی به افراد مرتبط با این صنعت اعم از افراد آمپوته و مسئولین شرکت‌های فروشنده این محصولات ارائه می‌شود.

- در جلد دوم این ژورنال در سال ۲۰۰۱ میلادی محققی به نام Jack E. Uellendahl در مقاله‌ای تحت عنوان "Prosthetic socks and Liners " به سرفصل‌هایی در مورد جوراب‌های پروتزی مورد استفاده در جهت بهبود فیتینگ سوکت و موادی که در ساخت این نوع جوراب‌ها بکار می‌روند مانند پشم ، کتان و غیره اشاره می‌کند. همچنین در ادامه مطالب این مقاله به سافت سوکت‌ها، هدف از استفاده از سافت سوکت‌ها، انواع مواد بکاررفته در ساخت آن‌ها و همچنین مختصات طراحی آن‌ها نظیر استفاده از پوشش‌های تقویت کننده یا سیستم‌های قفل شونده پرداخته می‌شود. مطالب عنوان شده در این مقاله کاملا حالت اشاره و گذرا دارد و کمتر در مورد این سرفصل‌ها به طور خاص بحث می‌شود. با این حال سعی شده از طریق این مقاله آشنایی اولیه برای خواننده‌ای که بطور تخصصی با این مقوله آشنا نیست ارائه شود و لغات کلیدی این بحث، بخصوص در مورد سافت سوکت‌ها برای جستجو و مطالعه بیشتر عنوان گردد.

۶-۱۸) سایر ژورنال‌های معتبر علمی

- ژورنال British Medical Journal (BMJ)

هدف این ژورنال انتشار مطالب آموزشی و علمی برای پزشکان و دانشجویان پزشکی می‌باشد تا بتوانند با استفاده از این مطالب ، نکات ارزشمندی برای زندگی حرفه‌ای و روزمره خود از آن استخراج نمایند. به این منظور ، این ژورنال انتشار تحقیقات علمی جدید و همچنین مقالات مروری و آموزشی و مقالاتی که در ارتباط با عوامل کلینیکی ، علمی ، اجتماعی ، سیاسی واقتصادی تاثیرگذار بر سلامتی می‌باشند را در سرلوحه کارهای خود قرار داده است. در مورد اعتبار این ژورنال می‌توان به این نکته اکتفا نمود که سالانه این ژورنال در حدود بیش از ۶۰۰۰ مقاله از تمام نقاط دنیا از طرف پزشکان و محققان علوم پزشکی دریافت می‌کند که تنها ۹ درصد این تعداد مقالات را در شماره‌های مختلف خود منتشر می‌کند. این ژورنال بصورت هفته نامه چاپ می‌شود و حدود ۱۰۸۵۰۰ نسخه از ۱۳۵۰۰ نسخه چاپ شده آن در خارج از بریتانیا توزیع می‌شود.

- در این ژورنال در تاریخ سپتامبر سال ۲۰۰۱میلادی به مقاله‌ای تحت عنوان "Artificial limbs- Clinical review ; science, medicine , and the future"- برمی‌خوریم که در آن محققی به نام Linda J Marks و همکارانش در قالب یک مقاله تحقیقاتی به اندام‌های مصنوعی پرداخته‌اند. در این مقاله به سرفصل‌هایی مانند آمپوتاسیون (دلایل و عوارض) ، پیشرفت‌های ایجادشده در تکنولوژی پروتزها، سافت سوکت‌ها به عنوان فصل مشترک میان استامپ و سوکت، پاسخ دینامیکی پا از طریق فنرهای پلاستیکی ، استفاده از مکانیزم جذب ضربه در پروتزها برای کاهش نیروهای ضربه‌ای ، امکان حرکت کنترل شده بوسیله ریزپردازشگرها و امکان اتصال مستقیم اندام‌های مصنوعی به سیستم اسکلتی بدن اشاره شده است.

در قسمت مربوط به سافت سوکت‌ها ، ساخت سافت سوکت‌های جدید به عنوان یکی از پیشرفت‌های اخیر در تکنولوژی پروتز معرفی شده است. سافت سوکت‌های از جنس سیلیکون الاستومری که می‌توانند برای اتصال به سوکت و نهایتا پروتز و ایجاد تعلیق از یک سیستم پین و قفل برخوردار باشند در سالیان اخیر به عنوان یک واسط میان سوکت با بدن ابداع و معرفی شده‌اند که راحتی بسیار بالایی را برای شخص استفاده کننده از آن‌ها به همراه دارند. از دیگر موادی که در این زمینه عرضه شده‌اند مواد ژلی هستند که به دلیل ساختاری که دارند می‌توانند توزیع مطلوبی از فشار را به همراه داشته باشند و نرمی و راحتی خوبی را به همراه داشته باشند.

- ژورنال Prosthetics and Orthotics International

ناشر اصلی این ژورنال انجمن بین المللی ارتز و پروتز (ISPO) می‌باشد.این ژورنال یک نشریه علمی بین المللی مهم در زمینه ارتز وپروتز و همچنین مهندسی توانبخشی می‌باشد. این

ژورنال در طول سال سه بار (در ماه‌های آپریل ، آگوست و دسامبر) توسط انجمن بین المللی ارتز و پروتز منتشر می‌شود. شروع انتشار این ژورنال به سال ۱۹۷۷ در کشور دانمارک بوده و تاکنون انتشار آن ادامه دارد.

- در جلد ۹ شماره ۱ این ژورنال در تاریخ آپریل سال ۱۹۸۵ محققی به نام Dr.Saunders به همراه همکارانش در مقاله‌ای تحت عنوان Computer aided design of prosthetic sockets for "below knee-amputees" به سیستم‌های کامپیوتری مورد استفاده در ساخت سوکت‌های پروتزی می‌پردازد. در مقدمه این مقاله به انواع سوکت‌هایی که در پروتزهای اندام تحتانی بویژه در سطوح آمپوتاسیون زیر زانو مورد استفاده قرار می‌گیرند ، پرداخته می‌شود و مشخصات آن‌ها مورد اشاره و بررسی قرار می‌گیرد.

- ژورنال Advances in Biomechanics

این ژورنال شاخه‌ای از ژورنال Journal of Engineering Mechanics می‌باشد. ژورنال مهندسی مکانیک(Journal of Engineering Mechanics) به مباحث گوناگونی در زمینه مهندسی مکانیک می‌پردازد. از جمله زمینه‌هایی که در این ژورنال به آن پرداخته می‌شود تحقیقات انجام شده در مهندسی پزشکی در شاخه بیومکانیک می‌باشد که در این راستا مقالات گوناگونی از محققین سراسر دنیا در این زمینه منتشر می‌شود.

در این ژورنال در نسخه‌ای که در سال ۲۰۰۱ میلادی منتشر شده ، دو محقق چینی به نام‌های Ming Zhang و Yubo Fan در مقاله‌ای تحت عنوان "Biomechanical studies on lower limb prosthetic- socket design" - بررسی‌های بیومکانیکی صورت گرفته در مورد سوکت‌های پروتزهای اندام تحتانی را مورد مرور و تفحص قرار می‌دهند. در این مقاله تمامی اجزاء یک پروتز اندام تحتانی مورد اشاره قرار می‌گیرند. سوکت به عنوان جزیی که در حقیقت فصل مشترک آناتومی بدن با پروتز به حساب می‌آید به عنوان یک جزء مهم در ساختار پروتز یا به عبارتی مهمترین جزء پروتز قلمداد می‌شود و لزوم طراحی صحیح و مناسب آن تاکید می شود. طراحی صحیحی سوکت از آنجا که در انتقال رضایتبخش بار، ثبات مناسب و همچنین کنترل موثر در حرکت دخیل است یک فرایند مهم و حساس عنوان می‌شود و سعی می‌شود پارامترهای تاثیر گذار بر آن بررسی شود.

یکی از بخش‌های شاخص این مقاله بررسی انواع مشکلاتی است که در اثر طراحی نامناسب سوکت می‌تواند در استامپ و بافت‌های نرم آن رخ دهد. غالب این مشکلات مورد بررسی ، مشکلاتی هستند که توزیع و انتقال بار نامناسب در ایجاد آن‌ها در بافت‌های استامپ نقش دارد.

یکی از راهکارهایی که در جهت بهبود انتقال بار در سوکت و ایجاد راحتی بیشتر در فصل مشترک استامپ و سوکت در این مقاله عنوان می‌شود ، استفاده از سافت سوکت‌ها می‌باشد. در این مقاله عنوان شده موادی که در فصل مشترک سوکت با استامپ بکار می‌روند بر احساس راحتی بیمار و انتقال بار بسیار تاثیر دارند. استفاده از مواد جدید نظیر سافت سوکت‌های الاستومری ، نحوه انتقال بار را از استامپ به پروتز تغییر داده و به افزایش راحتی فرد آمپوته کمک بسزایی می‌کند.

- ژورنال inMotion Magazine

این ژورنال یک ژورنال آنلاین آمریکایی است که برای اولین بار در سال ۱۹۹۵منتشر شده است در بخش‌های مختلف این مجله به مقالاتی در زمینه‌های گوناگون مانند سلامتی و بهداشت و پزشکی در شاخه‌های مختلف برمی‌خوریم.

- در شماره منتشر شده این ژورنال در تاریخ نوامبر/دسامبر سال ۱۹۹۸ ، در مقاله‌ای نوشته محققی به نام Jack E. Uellendahl تحت عنوان "Prosthetic primer: Materials used in prosthetic- partII"- به مواد مورد استفاده در ساخت ادوات پروتزی نظیر سافت سوکت‌ها اشاره شده است. از جمله موادی که در این مقاله به آن‌ها اشاره شده می‌توان پلی اتیلن فومی یا همان Pelite را عنوان نمود که در ساخت سافت سوکت‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد. در این مقاله به سایر ادوات پروتزی مانند اسلیوها و مواد بکاررفته در ساخت آن‌ها نیز اشاره شده است. با این حال نقطه ضعفی که در مورد این مقاله می‌توان عنوان نمود جامع نبودن آن در مورد اشاره به تمامی مواد مورد استفاده در این گونه ادوات پروتزی و بخصوص سافت سوکت‌ها می‌باشد.

- ژورنال Orthopadie- Technik Quarterly

این ژورنال یک ژورنال آلمانی در زمینه توانبخشی ، ادوات توانبخشی مانند ارتزها و پروتزها ، بیومکانیک و ارتوپدی می‌باشد. این ژورنال بصورت فصلنامه منتشر می‌شود.

- در شماره دوم این ژورنال در ورژن انگلیسی در سال ۲۰۰۱ میلادی ، محققی به نام S.W. Levy در مقاله‌ای تحت عنوان "Stump Skin Problems of the Amputee and the Prosthetist" به مشکلات پوستی رایج در استامپ افراد آمپوته که از پروتزهای اندام تحتانی استفاده می‌کنند ، می‌پردازد. از جمله این مشکلات ، در این مقاله ضایعاتی مانند Verrucous hyperplasia با ذکر عوامل ایجادکننده آن‌ها بطور خاص مورد توجه قرار گرفته‌اند.

۷-۱۸) محتوای دوره های آموزشی درمراکز دانشگاهی و تحقیقاتی شناخته شده در دنیا

- در یک دوره مطالعاتی که در دپارتمان veteran affairs در ماه می سال ۲۰۰۲ میلادی صورت گرفته محققی به نام Jhon Milani طی مطلبی با نام "Prosthetic clinical issues" به بیان علت‌های بروز آمپوتاسیون، انواع آمپوتاسیون‌های اندام تحتانی و فوقانی ، سطوح عملکردی اندام تحتانی و فرموله کردن نحوه تجویز پروتز برای یک فرد آمپوته می‌پردازد. همچنین انواع مدل‌های سوکت‌های پروتز اندام تحتانی بر مبنای نوع آمپوتاسیون در اندام تحتانی و انواع سیستم‌های تعلیق بکاررفته در آن ها در سطوح مختلف آمپوتاسیون برای مثال زیر زانو در این مطلب عنوان می‌شوند. تعلیق مکشی به کمک فشار اتمسفری یا همان خلاء به خوبی در این مطلب تشریح شده است. اجزاء دیگر پروتزهای اندام تحتانی مانند سافت سوکت‌ها ، پنجه، مفصل زانو و اجزاء خاص نظیر قطعه جاذب گشتاور نیز در کنار سایر قطعات موجود در یک پروتز اندام تحتانی مورد اشاره و بررسی قرار گرفته‌اند. هدف از استفاده از سافت سوکت‌ها و انواع موادی که در ساخت آن‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرند نیز در این مطلب عنوان شده‌اند. در کنار پروتزهای اندام تحتانی، پروتزهای اندام فوقانی مانند سوکت‌های پروتزی اندام فوقانی و سیستم‌های کنترل مایوالکتریک و همچنین سیستم‌های تعلیق پروتزهای اندام تحتانی به همراه اجزاء مختلف یک پروتز اندام فوقانی مانند اجزاء مچ، آرنج و شانه نیز مورد کنکاش قرار گرفته‌اند.

- در کورس مطالعاتی مشابهی که دوباره در دپارتمان veteran affairs در ماه می سال ۲۰۰۲ میلادی صورت گرفته دو محقق به نامهای Katherine M. Flood و Shelia Saliman طی مطلبی با نام "Long- term care of the amputee" به بیان مشکلات و بیماری‌های غالب افرادی که دچار آمپوتاسیون اندام تحتانی شده‌اند و از پروتزها استفاده می‌کنند، پرداخته‌اند. در این مطلب عنوان شده که با استفاده از پروتزها غالبا مشکلاتی مانند خراشیدگی‌های مکانیکی پوست نیز بروز پیدا می‌کنند که علت اصلی آن‌ها می‌تواند تغییرات تطبیق نیافته شکل یا حجم استامپ، مالشی که سافت سوکت با پوست ایجاد می‌کند یا ساخت اشتباه سوکت باشد. در این تحقیق بطور خاص بر روی ضایعات پوستی ناشی از استفاده از پروتزهای اندام تحتانی بویژه قسمت سوکت پروتز و متعلقات آن که می‌تواند یک سافت سوکت باشد، پرداخته شده است. این ضایعات بخوبی معرفی شده‌اند و روش‌های درمانی آن‌ها نیز مورد بررسی قرار گرفته‌اند.

- مرکز ملی افراد آمپوته (National Amputee Center)

این مرکز برای افراد آمپوته ای که بر اثر جنگ دچار این ضایعه شده اند در سال ۱۹۲۰ در کشور ایالات متحده برای اولین بار تاسیس شد و تاکنون به عنوان یک مرکز توانبخشی برای افراد آمپوته در حال خدمت رسانی می‌باشد.

- محققی به نام Gerald Stark در بخش آموزشی سایت این مرکز در سال ۲۰۰۴ میلادی طی یک مطلب آموزشی تحت عنوان "The war amps : artificial limbs -The Road to Comfort is Paved With- Liners" به بررسی جدیدترین انواع محصولات تجاری شرکت‌های شاخص تولید کننده سافت سوکت مانند اتوبوک ، اوسر و غیره پرداخته است. خلاقیت‌های بکاررفته در قالب محصولات این شرکت‌ها به منظور ارائه عملکرد بهتر برای افراد آمپوته از نکاتی است که در این مطلب به چشم می‌خورد. از دیگر مباحث ارائه شده در قالب این مطلب می‌توان به بررسی انواع سافت سوکت‌های ژلی و الاستومری مانند محصولات سیلیکونی، مشخصات و مختصات ، طراحی بکاررفته در آن‌ها و مزایای خاص هرکدام از آن‌ها برای افراد آمپوته مختلف با انواع استامپ اشاره کرد.

- محققی به نام J.A. Campbell درسال ۲۰۰۲میلادی در یک دوره آموزشی در دانشگاه ملی استرالیا، دانشکده مهندسی طی مقاله‌ای تحت عنوان "Material selection in an above knee- prosthetic leg" – به پروتزهای اندام تحتانی می‌پردازد. در مقدمه به مطالبی در مورد تاریخچه اندام‌های مصنوعی مورد استفاده افراد آمپوته، بروز آمپوتاسیون‌های ناشی از انفجار مین و همچنین مکانیک راه رفتن و دویدن اشاره می‌شود. در ادامه این بحث اجزاء اندام‌های پروتزی بالای زانو نظیر سوکت و سافت سوکت، مفصل زانو ، شنک یا تنه و پنجه به تفصیل مورد بحث و بررسی قرار می‌گیرند.

در مبحث سوکت انواع سوکت‌هایی که برای قربانیان حادثه انفجار مین و همچنین سوکت‌هایی که برای افراد ورزشکار مورد استفاده قرار می‌گیرد، تشریح می‌شوند. در این مبحث به فلسفه استفاده از سافت سوکت یا لاینر، مشخصات ساختاری یک سافت سوکت مانند برخورداربودن از یک بافت تقویت کننده یا قفل شونده یا کوشن بودن سافت سوکت و بحث تعلیق سافت سوکت پرداخته می‌شود. در ادامه، تقسیم بندی بالا در مورد سایر قطعات یک پروتز اندام تحتانی مانند زانو نیز رعایت می‌شود و برای مثال مفصل زانویی که برای یک ورزشکار مورد استفاده قرار می‌گیرد همراه با مشخصات خاص آن توصیف می‌شود.

- در یک دوره آموزشی که در سال ۱۹۹۹ در دانشگاه جرجیا، دانشکده مهندسی مکانیک ارائه شده است، محققی به نام Roopal Amin و همکارانش در قالب یک گزارش تحقیقاتی، مطلبی درمورد طراحی مفصل زانوی پروتزی تحت عنوان "Prosthetic Knee Design " ارائه نموده‌اند. در

این مطلب به سرفصل‌هایی مانند بحث در مورد سوکت‌ها، مفصل زانو، پنجه و همجنین مواد مورد مصرف در ساخت این قطعات اشاره شده است. در بخش مربوط به سوکت‌ها به تعریف سوکت، ویژگی‌هایی که یک سوکت می‌بایست به منظور ارائه عملکرد مناسب در طراحی خود داشته باشد، موادی که در ساخت سوکت‌ها بکار می‌روند، ساخت سوکت‌های سیلیکونی و تکنیک‌های ساخت سوکت‌ها برمی‌خوریم. در این مبحث به ویژگی‌های لازم یک ساخت سوکت مناسب به منظور ارائه عملکرد مناسب در جهت محافظت پوست در برابر ضربه، خراشیدگی، فشار و اصطکاک نیز پرداخته می‌شود. اشاره به موادی که در ساخت ساخت سوکت‌ها بکار می‌روند مانند مواد الاستومری و ژلی نیز از دیگر نکاتی هستند که در این مطلب به آن‌ها اشاره شده است.

۸-۱۸) وب سایت های معتبر علمی

- وب سایت www.oandp.com

وب سایتwww.oandp.com یک منبع علمی جهانی در زمینه ارتزها و پروتزها می باشد. این سایت اطلاعات نسبتا مناسب و کاملی را در مورد محصولات گوناگون شرکت های تولید کننده ارتز و پروتز ارائه می کند. همچنین از طریق این وب سایت می توان به مقالات تخصصی در زمینه ارتزها و پروتزها دست یافت. منابع مختلفی نیز در این وب سایت وجود دارند که بسته به نوع اطلاعات و زمینه مورد نظر می توان از طریق این وب سایت به آنها متصل شد.

- در منوآل "A manual for Above-Knee Amputees" برگرفته از وب سایت فوق محققی به نام Alvin L. Muilenburg به مطالبی در مورد سوکت‌ها شامل تعریف سوکت، مشخصاتی که یک سوکت مناسب بایستی داشته باشد و انواع تعلیق‌های بکاررفته در سوکت‌ها به کمک مکش و طرق دیگر می‌پردازد.

- وب سایت Medical DeviceLink

این وب سایت یک وب سایت جامع در زمینه صنعت تجهیزات پزشکی می‌باشد.این وب سایت فراهم کننده اخبار و اطلاعات در زمینه صنعت ادوات پزشکی برای متخصصین ، بویژه برای افرادی که در زمینه طراحی ، ساخت و فروش این تجهیزات فعالیت می کنند می باشد. اخبار و تحلیل های روزانه، مرور تحقیقات و بهترین روش های صنعتی ساخت و همچنین امکان دسترسی به آرشیوی از مقالات چاپ شده از ویژگی های شاخص این وب سایت می باشد. این مشخصات همراه با سایر اطلاعات قابل جستجو ارائه شده توسط هزاران شرکت آمریکایی و بین المللی تولید

کننده قطعات، تجهیزات و مواد برای کمپانی های تولید کننده ادوات پزشکی، این وب سایت را به یک وب سایت منحصربفرد در صنعت تجهیزات پزشکی تبدیل نموده است.

در مطلبی که در تاریخ آپریل سال ۲۰۰۱ میلادی در این وب سایت منتشرشده، محققی به نام Tilak M. Shah در تحقیقی تحت عنوان "Dip Molding of Polyurethane and Silicone for Latex-Free- Nonallergenic -Products" سه ماده شاخصی که امروزه در ساخت ادوات پزشکی گوناگون مورد استفاده قرار می‌گیرند یعنی سیلیکون، لاتکس و پلی یورتان، مورد اشاره و بررسی قرار می‌گیرند. در این مقاله خواص فیزیکی و مکانیکی این سه ماده پلیمری با هم مقایسه می‌شوند و امتیازات هریک بر دیگری مورد اشاره قرار می‌گیرد.

۹-۱۸) وب سایت شرکت‌های شناخته شده در زمینه تولید و عرضه ادوات پروتزی به ویژه سافت سوکت‌ها

- در وب سایت شرکت شناخته شده ALPS که یکی از تولیدکنندگان محصولات پروتزی می‌باشد در مطلبی تحت عنوان Liner Notes که در بهار سال ۲۰۰۱ چاپ شده است. مشخصات کامل سافت سوکت‌های تولیدی این شرکت معرفی شده‌اند. محصولاتی مانند Thermoliner در دو نوع کوشن و قفل شونده و Easyliner در دو نوع کوشن و قفل شونده از معروف‌ترین محصولات این شرکت هستند.

- شرکت ESP(Engineered Silicone Products) یکی از تولیدکنندگان محصولات پروتزی جدید و پیشرفته در دنیا می‌باشد. این شرکت در سال ۱۹۹۶ توسط یک متخصص پروتز به نام Louis Haberman تاسیس شد. این شرکت تلاش دارد محصولات با کیفیتی ارائه کند که حداکثر کارایی و راحتی را در کنار قیمت مناسب داشته باشند.

در وب سایت شرکت ESP(AEGIS) محصولات این شرکت با تمامی جزئیات بخوبی معرفی شده‌اند. از شاخص‌ترین محصولات این شرکت می‌توان به AEGIS Streamline liner در دو نوع کوشن و قفل شونده و همچنین AEGIS Ultimate liner در دو نوع کوشن و قفل شونده اشاره داشت.

- شرکت Silipos در سال ۱۹۸۹ تاسیس شده و عمده فعالیت این شرکت در زمینه ساخت محصولات محافظت کننده پوست می‌باشد. از محصولات جدید این شرکت بایستی به محصولات ژلی Silipos اشاره داشت. محصولات این شرکت در بیش از ۶۰ کشور دنیا توزیع می‌شود. این شرکت از جهت تضمین کیفیت محصولاتش دارای استاندارد ISO 9001:2000 می‌باشد و تمامی محصولات این شرکت دارای گواهینامه CE می‌باشند.

در وب سایت شرکت SILIPOS محصولات این شرکت با تمامی جزئیات بخوبی معرفی شده‌اند از شاخص‌ترین محصولات این شرکت می‌توان به Explorer liner در دو نوع کوشن و قفل شونده A/K Silosheath و همچنین Cushion Silo- liner اشاره داشت.

- شرکت SPS با سابقه ای بیش از ۴۸ سال بزرگترین توزیع کننده محصولات ارتز و پروتز در دنیا می باشد. در سایت اختصاصی این شرکت ، محصولات این شرکت شامل Medipro liners که نوعی سافت سوکت قفل شونده می‌باشد با تمامی جزئیات بخوبی معرفی شده‌اند.

- شرکت ossur یک شرکت ایسلندی فعال در فن آوری پزشکی بویژه در زمینه ارتز و پروتزها می باشد. این شرکت در ابتدا در زمینه پروتزها فعالیت می کرد ولی هم اینک حیطه کاری خود را گسترش داده و در ساخت قطعات ارتزی نیز فعالیت می کند. پروتزهای پیشرفته این شرکت به استفاده کننده این امکان را میدهد تا زندگی متعادل و فعالی داشته باشد. محصول اصلی این شرکت سافت سوکت های سیلیکونی می باشد که این قابلیت را دارند که روی اندام باقیمانده پوشیده شوند و پوست را در برابر اصطکاک محافظت کنند. در سال ۲۰۰۰، Ossur حوزه فعالیت خود را گسترش داد و هم اکنون در کشورهای سوئد، ایسلند و ایالات متحده محصولات خود را عرضه می کند. در کنار سافت سوکت سیلیکونی محصولات دیگری نظیر سوکت های پروتزی ، زانو، پنجه ، اسلیو و قفل ها نیز توسط این شرکت تولید می شوند.

در وب سایت ویژه این شرکت در کنار سایر محصولات پروتزی، سافت سوکت‌های ساخت این شرکت نیز با تمامی مشخصات به خوبی معرفی شده‌اند.

از معروف‌ترین سافت سوکت‌های ساخت این شرکت می‌توان به Iceross Dermo Seal-In، Iceross ، Iceross Original، Iceross Comfort، Iceross Dermo،Iceross Stabilo Seal-In Iceross Transfemoral ، Iceross Sport،Stabilo وIceross Upper-X اشاره کرد که تمامی این سافت سوکت‌ها بطور کامل با ویژگی‌های خاص خود در این وب سایت معرفی شده‌اند. غالب سافت سوکت‌های این شرکت سیلیکونی هستند که این سیلیکون به دو صورت الاستومری و ژلی در ساخت سافت سوکت‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد.

شرکت Ossur در زمینه تحقیق نیز به شدت فعال است و در تحقیق در مورد محصولات خاص خود در دنیا یک پیشرو به شمار می آید. وجود یک آکادمی تحقیقاتی در این شرکت سبب می‌شود جدیدترین ابداعات در زمینه ساخت سافت سوکت‌ها را بتوان در محصولات این شرکت پیدا نمود. آکادمی ossur با هدف بالابردن سطح آموزش و کیفیت اطلاعات میان متخصصین ارتز و پروتز تاسیس شده است و اطلاعات علمی خوبی در اختیار افراد درگیر با صنعت ارتز و پروتز قرار می‌دهد.

- شرکت ottobock در سال ۱۹۱۹ توسط یک تکنیسین ارتوپدی به نام Otto Bock در برلین آلمان تاسیس شد. تاسیس این شرکت با موقفیت منحصربفردی همراه بود به نحوی که این شرکت به تامین کننده ارتز و پروتز برای هزاران قربانی جنگ تبدیل شد. این شرکت هم اکنون نیز از شرکت‌های معظم در زمینه تولید ادوات پروتزی برای افراد دچار محدودیت های حرکتی می‌باشد.

در وب سایت اختصاصی این شرکت جدیدترین و به روز ترین قطعات پروتزی مانند سافت سوکت‌ها با مشخصات کامل معرفی شده‌اند. سافت سوکت‌های ساخت این شرکت در دو جنس غالب سیلیکون (الاستومر و ژل) و یورتان وجود دارند. در این وب سایت به مطالبی در مورد ویژگی‌های یک سافت سوکت یا لاینر ایده آل که تامین کننده خصوصیاتی چون راحتی سوکت، بهبود فیتینگ و انطباق پروتز بااستامپ و نهایتا عملکرد بهتر پروتز باشد، اشاره شده است. از شاخص‌ترین سافت سوکت‌های ساخت این شرکت بایستی به محصولاتی مانند Silicon Liner، TechnoGel Liner وOrthoGel Liner اشاره نمود. علاوه بر این محصولات، سافت سوکت‌های جدیدی نیز با ارائه ابداعات جدید در زمینه ساخت ادوات پروتزی در این شرکت تولید شده‌اند. از جمله این محصولات می‌توان به سافت سوکت Transfemoral Adapt Liner اشاره کرد که ویژگی‌های منحصربفرد آن سبب شده تا راحتی و ایمنی بالایی از طریق انطباق کامل سافت سوکت با استامپ در آمپوته‌های ترانس فمورال ایجاد شود.

۱۰-۱۸) مراجع

[۱]. کاظم احدی ، "بیماری‌های مفاصل و استخوان" ، انتشارات جهاد دانشگاهی،۱۳۶۵.

[2]. Linda J Marks, Jhon W Michael, "Artificial limbs- Clinical review ; science, medicine , and the future", British Medical Journal, pg. 732, Sep 29, 2001.

[3]. Jhon Milani,"Prosthetic clinical issues", Traumatic amputation and prosthetics, Veterans Health Initiative, Department of veteran affairs, Independent study course, released: May 2002, availaible on line at : http://www.hawaii.edu/hivandaids/Vet%20Health%20Initiative%20Amputation. pdf

[4]. Saunders CG, Froot J, Bannon M, Lean D, Panych L. "Computer aided design of prosthetic sockets for below knee amputees", Prosthet Orthot intl, pp.17-22, 1985.

[5]. Ming Zhang, Yubo Fan, "Biomechanical studies on lower limb prosthetic socket design", Advances in Biomechanics, pp.134-138, 2001.

[6]. J.A. Campbell, "Material selection in an above knee prosthetic leg", an essay written as part of course requirement for ENGN4601: Engineering Materials – 2002.

[7]. A manual for Above-Knee Amputees, available on line at : http://www.oandp.com/resources/patientinfo/manuals/ak7.html

[8]. Jack E. Uellendahl, "Prosthetic primer: Materials used in prosthetic part II", inMotion Magazine, Volume 8, Number 6, November/December 1998.

[9]. www.ossur.com

[10]. Roopal Amin, Alvin Baptiste, Jiro Dokeh, Heather Varney," Prosthetic Knee Design", Georgia Institute of Technology, The George W.Woodruff school of Mechanical Engineering ME 4182 Capstone Design,1999.

[11]. Jack E. Uellendahl, " Prosthetic socks and Liners", First Step, volume 2, 2001, available on line at: www.amputee-coalition.org/first-step/firststepv2_s2a09.html

[12]. "The war amps : artificial limbs -The Road to Comfort is Paved With Liners", National Amputee Center,2004, , avilaible on line at : http://www.fillauer.com/education/ED- liners.html

[13]. Surlyn, available on line at: www.algeos.com/html/products/**surlyn**1.htm

[14]. Surlyn, thermoplastic resin, available on line at: www.dupont.com/industrial-polymers/**surlyn**/

[15]. Carlton E. Fillauer, Charles H. Pritham, Karl D. Fillauer, "Evolution and Development of the Silicon Suction Socket (3S) for Below-Knee Prostheses", JPO, Vol. 1, No. 2, pp. 92-103, 1989.

[16]. A.M. Boonstra, W. Van Duin, W. Eisma, " INTERNATIONAL FORUM—Silicone Suction Socket (3S) Versus Supracondylar PTB Prosthesis with Pelite Liner: Transtibial Amputees' Preference", JPO, Vol. 8, No. 3, pp. 96-99, 1996.

[17]. Louis J. Haberman, Robert A. Bedotto, Ellen J. Colodney,"Silicone-Only Suspension (SOS) for the Above-Knee Amputee", JPO, Vol. 4, No. 2, pp. 76-85, 1992.

[۱۸]. جواد زارعی ، محمد باقری منزه ، "مقایسه میزان رضایت از سیستم آیسروس با سیستم‌های متداول تعلیق" ، پایان نامه کارشناسی اعضای مصنوعی (ارتوپدی فنی) ، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی ایران ، دانشکده علوم توانبخشی ، بهمن ۱۳۷۹.

[19]. Joan E. Sanders, Brian S. Nicholson, Santosh G. Zachariah, Damon V. Cassisi, Ari Karchin, john R. Fergason, " Testing of elastomeric liners used in limb prosthetics: Classification of 15 products by mechanical performance", Journal of Rehabilitation Research & Development (JRRD), Vol. 41, No.2, pp.175-186, 2004.

[20]. Christopher Lake, Terry J. Supan,"The incidence of dermatological problems in the silicon suspension sleeve user", ", JPO, Vol. 9, No. 3, pp. 97-106, 1997.

[21]. www.ottobock.com

[22]. Toshiro Nakamura, Eiji Hatano, "Process of development and application of porous plastic to prosthetic sockets", JPO,Vol. 1, No. 4,pp. 202-210, 1989.

[23]. http://www.owwco.com/owwstore/

[24]. http://www.silipos.com/c_prod.asp

[25]. Steven J.Covey, Joshua Muonio, Glenn M.Street, "Flow Constraint and Loading Rate Effects on Prosthetic Liner Material and Human Tissue Mechanical Response", JPO,Vol. 12, No. 1,pp. 15-32, 2000.

[26]. Liner Notes, Spring 2001, available on line at: www.easyliner.com

[27]. Katherine M. Flood, and Shelia Saliman,"Long term care of the amputee", Traumatic amputation and prosthetics, Veterans Health Initiative, Department of veteran affairs, Independent study course, released: May 2002, availaible on line at : http://www.hawaii.edu/hivandaids/Vet%20Health%20Initiative%20Amputation.pdf

[28].Arthur F.T. Mak, Ming Zhang, David A.Boone, " State-of–the-art research in lower-limb prosthetic biomechanics-socket interface", Journal of Rehabilitation Research and Development Vol. 38,No. 2, March/April2001, pp. 161-174.

[29]. http://eurointl.chainreactionweb.com

[30]. S.W. Levy, "Stump Skin Problems of the Amputee and the Prosthetist", Orthopadie- Technik Quarterly, English edition II/2001.

[31]. http://www.spsco.com/press/09-13-02c.html

[32]. http://www.oandp.com/products/esp/liner.htm

[33]. "Industrial plastics; Theory & Application", Terry L.Richardson, Erik Lokensgard,3rd Edition, 1997, Delmar Publishers Inc.

[34]. Tilak M. Shah, "Dip Molding of Polyurethane and Silicone for Latex-Free, Nonallergenic Products", MDDI , April 2001.