

# آنتروپومتری پای انسان

مهندس علیرضا چمن سرا

دکتر فرهاد طباطبایی قمشه

## بنام خدا

- سرشناسه : چمن سرا، علیرضا، ۱۳۶۷-  
عنوان و نام پدیدآور : آنتروپومتری پای انسان/ مهندس علیرضا چمن سرا، دکتر فرهاد طباطبایی قمشه.  
مشخصات نشر : تهران: پیشرفته، ۱۳۸۹.  
مشخصات ظاهری : [۲۵۵] ص. : مصور، جدول.  
شابک : ۶۰۰۰۰ ریال : 978-600-90670-4-6  
وضعیت فهرست نویسی : فیپا  
یادداشت : کتابنامه : ص. [۲۵۱] - [۲۵۵].  
موضوع : انسان -- اندازه گیری بدن  
موضوع : پاها--اندازه گیری  
شناسه افزوده : طباطبایی قمشه، دکتر فرهاد  
شناسه افزوده : GN۵۱/چ ۸۱/۱۳۸۹  
رده بندی دیویی : ۶۹۴  
شماره کتابشناسی ملی : ۵۵۵

نام کتاب : کتاب آنتروپومتری پای انسان

مؤلف : مهندس علیرضا چمن سرا

ناشر : انتشارات پیشرفته

نوبت چاپ : اول سال ۱۳۹۱

تیراژ : ۱۰۰۰

چاپ : گلبرگ

بهاء : ۶۰۰۰۰ ریال

ISBN ۹۷۸-۶۰۰-۹۰۶۷۰-۴-۶

شابک : ۹۷۸-۶۰۰-۹۰۶۷۰-۴-۶

تلفن : ۰۹۱۲۱۷۸۰۱۶۴

## فهرست مطالب

|    |                                                       |
|----|-------------------------------------------------------|
| ۷  | پیشگفتار.....                                         |
| ۱۲ | فصل اول: مقدمه ای بر آنتروپومتری پای انسان.....       |
| ۱۳ | مفاهیم اولیه.....                                     |
| ۱۴ | اهمیت ضرورت موضوع.....                                |
| ۱۵ | آنتروپومتری پای انسان.....                            |
| ۲۱ | آناتومی پای انسان.....                                |
| ۲۲ | قوس های کف پا.....                                    |
| ۲۲ | تصویربرداری تارسس، متاتارس و انگشتان.....             |
| ۲۳ | دسته بندی انواع پا بر اساس طول متاتارس و انگشتان..... |
| ۲۸ | فصل دوم: معرفی برخی از ناهنجاری های پای انسان.....    |
| ۲۹ | متاتارسالژیا.....                                     |
| ۳۲ | هالوکس والگوس.....                                    |
| ۳۶ | پاچنبیری مادرزادی (کلاب فوت).....                     |
| ۳۸ | متاتارسوس ۱۱ داکتوس.....                              |
| ۴۰ | سیور (درد پاشنه ی پا در کودکان و نوجوانان).....       |
| ۴۱ | افزایش قوس کف پا (پس کیووس).....                      |
| ۴۳ | کف پای صاف (پس پلانوس).....                           |
| ۴۵ | درد ناشی از فشار به پا.....                           |

|    |                                                                |
|----|----------------------------------------------------------------|
| ۴۷ | زخم پای دیابتی                                                 |
| ۵۲ | فصل سوم: مروری بر روش‌های تصویربرداری                          |
| ۵۳ | درآمد                                                          |
| ۵۳ | تصویربرداری ساده با استفاده از اشعه‌ی ایکس                     |
| ۵۷ | فلورسکوپی                                                      |
| ۶۱ | سی.تی.اسکن                                                     |
| ۶۳ | ام.آر.آی                                                       |
| ۶۵ | پزشکی هسته‌ای                                                  |
| ۶۷ | سونوگرافی                                                      |
| ۶۸ | رادیوگرافی دیجیتال                                             |
| ۶۹ | دستگاه ظهور و ثبوت (پروسسور رادیوگراف)                         |
| ۷۰ | ماهیت تابش اشعه‌ی ایکس                                         |
| ۷۳ | مکانیسم‌های تضعیف                                              |
| ۷۴ | خطرات تابش اشعه‌ی ایکس                                         |
| ۷۴ | حوادث موضعی                                                    |
| ۷۵ | حوادث عمومی                                                    |
| ۷۶ | فصل چهارم: اسکن کف پا                                          |
| ۷۷ | اسکن گرفتن یا تصویربرداری از کف پا و آنالیز بر روی آن          |
| ۹۰ | استفاده از اسکن کف پا در تعیین فشار و توزیع آن در کف پای انسان |

|                                                                           |     |
|---------------------------------------------------------------------------|-----|
| استفاده از اسکن کف پا در صنعت کفش سازی و ساخت کفی طبی.....                | ۹۱  |
| کاربرد اسکن کف پا در مهندسی ورزش.....                                     | ۹۷  |
| اسکنر و اجزای آن.....                                                     | ۱۱۴ |
| طراحی و ساخت دستگاه دیجیتال پدوسکوپ.....                                  | ۱۲۰ |
| فصل پنجم: معرفی برخی از دستگاه‌های اسکن کف پا در دنیا.....                | ۱۳۳ |
| دستگاه‌هایی که از کف پا اسکن دو بعدی می‌گیرند.....                        | ۱۳۴ |
| دستگاه‌هایی که کف پا اسکن سه بعدی می‌گیرند.....                           | ۱۴۶ |
| دستگاه‌های Foam Impression.....                                           | ۱۵۰ |
| Piris Device ها.....                                                      | ۱۵۳ |
| تصویربرداری سه بعدی از پا.....                                            | ۱۵۴ |
| تصویربرداری سه بعدی از پا به همراه Foam Impression.....                   | ۱۶۱ |
| دستگاه‌های Vacuum Cushion.....                                            | ۱۶۲ |
| دستگاه‌های Pressure platform.....                                         | ۱۶۴ |
| دستگاه‌های اندازه‌گیری فشار کف پا با استفاده از کفی.....                  | ۱۷۱ |
| دستگاه‌های Manual Digitalization.....                                     | ۱۷۳ |
| دیگر دستگاه‌ها.....                                                       | ۱۷۵ |
| فصل ششم: بررسی زوایای استخوانی پا (با استفاده از کلیشه‌ی رادیوگرافی)..... | ۱۸۰ |
| استخوان بندی پا.....                                                      | ۱۸۱ |
| Value های رادیوگرافیک پای بزرگسالان.....                                  | ۱۸۴ |

|                                                                             |     |
|-----------------------------------------------------------------------------|-----|
| معروف ترین و پرکاربردترین زوایای بدست آمده از رادیوگرافی پا در ارتوپدی..... | ۲۰۱ |
| فصل هفتم: بررسی شاخص های مهم پا (با استفاده از اسکن کف پا).....             | ۲۱۹ |
| مقدمه.....                                                                  | ۲۲۰ |
| شاخص هالوکس والگوس.....                                                     | ۲۲۳ |
| شاخص متاتارسوس اداکتوس.....                                                 | ۲۲۶ |
| شاخص بِلِت فوت.....                                                         | ۲۳۰ |
| شاخص پس ووس.....                                                            | ۲۳۲ |
| شاخص قوس کف پا.....                                                         | ۲۳۵ |
| شاخه مارتیزوروف (Index).....                                                | ۲۳۷ |
| شاخص Chippaux-Smirak؛ زاویه؛ FPA.....                                       | ۲۳۹ |
| شاخص Valgus.....                                                            | ۲۴۱ |
| شاخص های FPI، ALI و TAI.....                                                | ۲۴۲ |
| M <sup>۲</sup> Tan.....                                                     | ۲۴۴ |
| زاویه های ایترمتاتارسال در فوت اسکن.....                                    | ۲۴۶ |
| شاخص MB.....                                                                | ۲۴۸ |
| منابع و مآخذ.....                                                           | ۲۴۹ |

## پیشگفتار

نیاز روزافزون دانش پزشکی به اطلاعات مهندسی باعث ظهور حیطه‌ی جدیدی از علم با نام مهندسی پزشکی شد. در واقع مهندسی پزشکی پل ارتباطی میان حوزه‌های مهندسی و پزشکی است. یکی از شاخه‌های مهندسی پزشکی، بیومکانیک نام دارد. هر استفاده از مستقیم یا غیر مستقیم از دستاوردهای علم مکانیک برای علوم زیستی در حیطه‌ی علم بیومکانیک قرار می‌گیرد. امروزه دانش بیومکانیک یکی از شاخه‌های علمی است که نسبت به رشد‌های دیگر پیشرفت قابل ملاحظه‌ای کرده است. این رشد سریع به دلیل کاربردهای گسترده آن در بسیاری از ابعاد پزشکی بوده است. بیومکانیک به استفاده از مکانیک کلاسیک در زمینه‌های علوم زیستی می‌پردازد و کاربرد این علم در مسائل بیولوژیک و پزشکی است. استفاده از قوانین دینامیک جامدات برای تحلیل‌های حرکتی، دینامیک سیالات برای ارزیابی جریان‌های درون محیط‌های زیستی، ترمودینامیک و انتقال حرارت برای تحلیل رگ‌ها، عروق و انتقال مواد و جرم بین موجود زنده، استفاده از دانش رباتیک برای خلق و توسعه‌ی تشخیصی و درمانی جدید، حرکت شناسی بدن انسان، اندازه‌گیری ابعاد بدن انسان و آنالیز نیروی آن، بررسی حرکات مفصلی از زاویه‌ی مهندسی، ارگونومی، استفاده از دانش مهندسی در ورزش و همچنین مهندسی ارتوپدی و توانبخشی از جمله مسائل مربوط به دانش بیومکانیک است و این مسائل نیازمند درک مسایل محیط‌های زنده از دیدگاه مهندسی دارد. هنر علم بیومکانیک این است که بتواند به پیشرفت‌ها و دستاوردها در علوم پزشکی و توانبخشی کمک نماید. آنتروپومتری از جمله زیرشاخه‌های علم بیومکانیک می‌باشد که به بررسی

ابعاد مختلف بدن انسان و آنالیز بر روی آن می‌پردازد. به دلیل اهمیت روز افزون علم آنترپومتری و نیاز شدید کشور، در سالیان اخیر به این امر توجه خاصی مبذول شده است. در کمیسیون پزشکی شورای پژوهش‌های علمی کشور در سال ۱۳۷۰ که برای تعیین اولویت‌های گروه پزشکی تشکیل شد، مسالهی آنترپومتری مورد بحث قرار گرفت و پس از مطالعات کارشناسی و با توجه به نیاز شدید کشور به اطلاعات تخصصی آنترپومتری، از شش محور اولویت‌های تحقیقاتی مورد بحث به اتفاق آراء، آنترپومتری زمین‌محور اساسی را به خود اختصاص داد. اطلاعات آنترپومتری به پارامترهای زیادی وابسته است. یکی از شاخص‌هایی که داده‌های آنترپومتری به آن وابستگی دارد، نژاد فرد است. بنابراین داده‌های آنترپومتری برای نژادهای مختلف، متفاوت خواهد بود. با وجود نیاز شدید کشور به داده‌های آنترپومتری، تحقیقات کمی در این زمینه انجام شده است. بررسی و اندازه‌گیری ابعاد مختلف پای انسان، آنترپومتری پا نامیده می‌شود. اطلاعات بدست آمده از آنترپومتری پای انسان کاربردهای فراوانی دارد. از جمله روش‌های آنترپومتری پای انسان استفاده از اسکن کف پا و تحلیل آن توسط نرم‌افزارهای پیشرفته است. طراحی کفش‌ها و کفی‌های مختص پای افراد، بررسی ناهنجاری‌های پا، تعیین توزیع فشار در کف پای انسان، طراحی کفش ورزشکاران، آنالیز حرکتی و اصلاح برخی حرکات ورزشکاران و همچنین طراحی کفی‌های طبی برای افرادی که از ناهنجاری‌های پا رنج می‌برند، از جمله موارد کاربرد این روش می‌باشد. امروزه در جامعه‌ی پزشکی ایران، کاربرد دستگاه‌های تصویربرداری پا در بسیاری از زمینه‌ها ناشناخته مانده است. کف پا از جمله نقاط بسیار

حساس بدن می‌باشد. پیچیدگی ساختار استخوانی و ماهیچه‌ای در کف پای انسان به گونه‌ای است که بسیاری از علل مشکلات پای انسان همچنان نامعلوم است. پزشکان برای تشخیص عارضه‌های پا و مچ پا، بیمار را در سه حالت نشسته، ایستاده و در حال راه رفتن معاینه می‌کنند. معاینه در حالت نشسته به وسیله مشاهده، لمس و حرکت دادن مفاصل پا صورت می‌گیرد. در معاینه در حالت ایستاده، علاوه بر نکاتی که در معاینه نشسته لحاظ می‌شود، باید لاغری در عضلات ساق پا و پاشنه عقب پا نیز مشاهده گردد. در معاینه در حالت راه رفتن، وضعیت بیمار در حالت راه رفتن مورد مطالعه قرار می‌گیرد. در خاتمه لازم است معاینه کفش بیمار و به خصوص ساییدگی در قسمت‌های مخصوص کفش مورد نظر فرا گیرد. بیماری‌های عادی پا، پرتو نگاری‌های عادی و بیماری‌های پیشرفته‌ی پا پرتو نگاری‌های مخصوص خود را می‌طلبند. اطلاعات بدست آمده از آنتروپومتری پا می‌تواند شاخص و خوبی برای تشخیص ناهنجاری‌های پا را ارائه کند. روش‌های زیادی برای تصویربرداری از استخوانبندی پای انسان وجود دارد. رونتگن با کشف اشعه‌ی ایکس، یک شیوه‌ی جدید برای تصویر کشیدن ناشناخته‌های بدن به علم پزشکی معرفی کرد. تا همین اواخر تنها وسیله‌ای که جهت گرفتن عکس از استخوان و سایر نسوج نسبتاً متراکم به کار گرفته می‌شد رادیوگرافی بود. در این تصاویر استخوان‌ها از نسوج کم تراکم‌تر مجاورشان متمایز می‌شوند. تصویربرداری توسط اشعه‌ی ایکس پیامدهای زیان‌آوری برای بدن انسان به همراه دارد. مطالعات و تحقیقات زیادی در رابطه با تصویربرداری از کف پای انسان و آنالیز تصویری روی آن برای اهداف مختلف انجام شده است. اندازه‌های رادیوگرافیک، سابقه‌ای طولانی در علم

ارتوپدی دارند و به عنوان یک ابزار و راهنما در جراحی‌های پا و زانو مورد استفاده قرار می‌گیرند. به‌وسیله‌ی این اندازه‌گیری‌ها روند فعالیت جراحی را می‌توان مورد ارزیابی قرار داد. در بیشتر ناهنجاری‌های پا از قبیل عارضه‌های پس‌پلانوس (کف پای صاف)، پس‌کیووس (کف پای طافدیسی)، هالوکس‌والگوس (انحراف مفصل متاتارسوفلانیال اول به سمت خارج)، متاتارسوس‌اداکتوس (اداکشن استخوان‌های متاتارسال) و غیره، این زوایا و اندازه‌های بدست‌آمده از عکس‌های رادیوگرافی هستند که می‌توان به‌وسیله‌ی آن‌ها روند بهبود و وسعت فعلی ناهنجاری را بررسی کرد. متاسفانه مطالعات کمی در زمینه‌ی مقایسه، ارزیابی و استانداردسازی اعداد بدست‌آمده از زوایای رادیوگرافیک پا انجام شده است. اسکن کف، مشخصه‌های زیادی از پای انسان را نمایش می‌دهد. این شاخص‌ها هم ارزش آنترپومتری دارند و هم به‌وسیله‌ی آن‌ها می‌توان روند برخی ناهنجاری‌ها را بررسی کرد. امروزه بررسی از کشورهای دنیا از دستگاه‌های اسکن کف پا در موارد کلینیکی، تحقیقاتی و همچنین برای کفی و کفش استفاده می‌کنند. استفاده از اسکن کف پا در برخی موارد می‌تواند روش مناسبی برای جایگزین شدن با برخی روش‌های خطرناک تصویربرداری رادیوگرافیک باشد. اگر چه اطلاعات کیفی بدست‌آمده از فوت‌اسکن‌های افراد مختلف می‌تواند در تشخیص بسیاری از دفرورمیتی‌های پای انسان موثر و مفید باشد ولی در این کتاب سعی شده است قدمتی در جهت کمی‌کردن و Digitize کردن اطلاعات حاصل از فوت‌اسکن‌های بدست‌آمده از دستگاه دیجیتال پدوسکوپ برداشته شود. اگر بتوان اسکن‌های بدست‌آمده از دستگاه دیجیتال پدوسکوپ را جایگزین روش مرسوم نمود، از دو جهت وضعیت بهبود می‌یابد. از یک

سو استفاده از روش اسکن اثرات زیانبار اشعه X جهت تهیه کلیشه‌ی رادیوگرافی را در پی نخواهد داشت. از سوی دیگر ابعاد و هزینه کار با دستگاه در مقایسه با دستگاه تصویربرداری اشعه X بسیار کمتر می‌باشد. در پایان بر خود لازم می‌دانیم از دکتر علیرضا لطفعلیان، دانشجویان دانشکده‌ی مهندسی پزشکی دانشگاه صنعتی امیرکبیر، پرسنل محترم بیمارستان سینا، پرسنل محترم بیمارستان تخصصی باهنر کرج و تمام کسانی که در تدوین این مجموعه ما را یاری کردند، سپاسگزاری کنیم.

مهندس علیرضا چمن‌سرا

دکتر فرهاد طباطبایی قمشه

پاییز ۱۳۸۹