فهرست

پیشگفتار مولف ۷

معرفی کتاب و گروه مترجمان ۹

فصل ۱: مروری بر مواد مورد استفاده در جراحی ستون فقرات ۱۱

اختصارها ۱۱

۱-۱- مقدمه ۱۲

۱-۲- آناتومی و فیزیولوژی ستون فقرات ۱۳

۱-۳- جوش دادن مهره‌های ستون فقرات ۱۶

۱-۴- آرتروپلاستی کامل دیسک ۲۳

۱-۵- ترمیم آنولوس ۲۹

۱-۶- نتیجه‌گیری ۳۵

منابع ۳۵

فصل ۲: تقویت ستون فقرات با سیمان‌های استخوانی قابل‌تزریق ۳۹

اختصارها ۳۹

۲-۱- مقدمه ۴۰

۲-۲- تاریخچه تقویت ستون فقرات با سیمان‌های استخوانی قابل‌تزریق و تجویزهای پذیرفته شده حال حاضر ۴۰

۲-۳- نگاهی اجمالی بر پرکاربردترین سیمان‌های استخوانی قابل‌تزریق جهت تقویت ستون فقرات ۴۳

۲-۴- نتایج بالینی تقویت ستون فقرات با سیمان‌های استخوانی قابل‌تزریق ۴۹

۲-۵- عوارض تقویت ستون فقرات ۵۳

۲-۶- نتیجه‌گیری‌ها و جهت‌گیری‌ها در آینده ۵۶

منابع ۵۷

فصل ۳: زیست‌مواد در بازسازی دیسک بین‌مهره‌ای ۶۳

اختصارها ۶۳

۳-۱- بررسی اجمالی ترمیم دیسک بین‌مهره‌ای: استراتژی‌های کنونی ۶۴

۳-۲- ترمیم بافت هسته دیسک ۶۷

۳-۳- ترمیم بافت جداره‌ی فیبری دیسک ۷۰

منابع ۷۳

فصل ۴: تعویض هسته دیسک ۷۹

اختصارها ۷۹

۴-۱- مقدمه ۸۰

۴-۲- کهولت سن و صدمات وارده به دیسک‌های مهره‌ای ۸۵

۴-۳- روش‌های درمانی ۸۷

۴-۴- عمل تعویض بافت هسته‌ی دیسک ۸۹

۴-۵- ملاحظات مربوط به تعویض بافت هسته در محیط آزمایشگاه و محیط داخل بدن ۹۹

۴-۶- خلاصه ۱۰۵

منابع ۱۰۵

فصل ۵: سایش پروتزهای کل دیسک بین‌مهره‌ای ۱۱۵

اختصارها ۱۱۵

۵-۱- معرفی پروتزهای کل دیسک ۱۱۷

۵-۲- آناتومی و بیومکانیک ستون فقرات ۱۱۸

۵-۳- جراحی تعویض کامل دیسک ۱۲۲

۵-۴- طراحی روش تعویض کامل دیسک ۱۲۸

۵-۵- شواهد سایش در تعویض کامل دیسک ۱۲۹

۵-۶- شبیه‌سازی سایش دیسک‌های مصنوعی ۱۳۰

۵-۷- سایش دیسک مصنوعی از جنس پلی‌اتیلن-فلز ۱۳۴

۵-۸- سایش در دیسک‌های فلز-فلز ۱۳۵

۵-۹- سایش سایر مواد در دیسک‌های مصنوعی ۱۳۵

۵-۱۰- پاسخ بیولوژیکی به بقایای سایشی در تعویض کامل دیسک ۱۳۶

۵-۱۱- نتایج ۱۳۶

منابع ۱۳۷

Relevant Websites ۱۴۱

فصل ۶: دیسک بین‌مهره‌ای ۱۴۳

اختصارها ۱۴۳

۶-۱- مقدمه ۱۴۴

۶-۲- ساختار و عملکرد دیسک بین‌مهره‌ای ۱۴۹

۶-۳- حفظ، ترمیم و بازسازی دیسک بین‌مهره‌ای ۱۵۰

۶-۴- چالش‌های آتی ۱۵۷

منابع ۱۵۸

واژه‌یاب ۱۶۳

فیلم‌ها ۱۶۷

پیشگفتار مولف

زیست‌مواد یا بیومتریال، حوزه‌ای پویا و درحال تغییر است که با ارائه‌ی استراتژی‌های مختلف، طب مدرن و روش‌های درمانی را متحول کرده است. به موازات پیشرفت‌های وسیع علم زیست‌مواد درطی دهه‌ی گذشته، انتشار کتاب «Comprehensive Biomaterials» را می‌توان به عنوان نقطه عطفی در شناخت هرچه بهتر این علم دانست. ایده‌ی نوشتن این کتاب در ابتدا از طریق یک ایمیل معمولی از طرف نشریه Elsevier شروع شد که در آن این نشریه درخواستی برای انتشار یک کتاب در حوزه زیست‌مواد مطرح کرده بود. پس از مدتی از درخواست این نشریه، پروژه‌ای با سردبیری «پائول دوشنی» و مدیریت استادان برجسته شکل گرفت که در این راستا، متخصصان و دانشمندان از سراسر دنیا در صدها حوزه‌ی مختلف زیست‌مواد برای انتشار این کتاب با یکدیگر همکاری کردند. همکاری این دانشمندان به چاپ کتاب پیش‌رو انجامید که حدود ۵ سال برای تکمیل آن زمان صرف شد.

در این کتاب، مزایا و معایب روش‌ها و آنالیزها و همچنین نقاط قوت و ضعف وسایل و مواد پزشکی از نظر کاربردی و عملکردی مورد بحث قرار می‌گیرد. علاوه بر این، مطالب از دریچه گذشته‌نگر و آینده‌نگر بررسی شده‌اند تا مواد سازنده یا مخرب برای بدن در این حوزه معرفی گردند.

هدف کلی ارائه این کتاب بررسی مواد بکار رفته در زمینه تجهیزات پزشکی، مهندسی بافت، رهایش دارو، آنالیزهای سطوح و زیست‌سازگاری است. همچنین بر خواص مواد برای کاربرد درمانی و تشخیصی و آخرین تلاش‌های پژوهشی صورت گرفته تمرکز شده است. بنابراین در این کتاب، مواد زیستی متداول و کاربردی و همچنین مطالعات و ایده‌های نو به همراه پیش‌بینی‌های نظری درخصوص ترکیبات مؤثر مواد زیستی ارائه می‌شود. این کتاب برگرفته از مقالات روز و کاربردی متخصص‌ترین و مجرب‌ترین محققان و دانشمندان سراسر دنیا است و هر فصل از این کتاب توسط دانشمندان متخصص در آن حوزه نوشته و نشر داده شده است. کتاب حاضر یکی از مشهورترین کتاب‌های مهندسی پزشکی است و توانسته در رشته‌های مختلف علاقه‌مندان زیادی را به خود جلب کند.

پائول دوشنی
دانشگاه پنسیلوانیا
ایالات متحده آمریکا

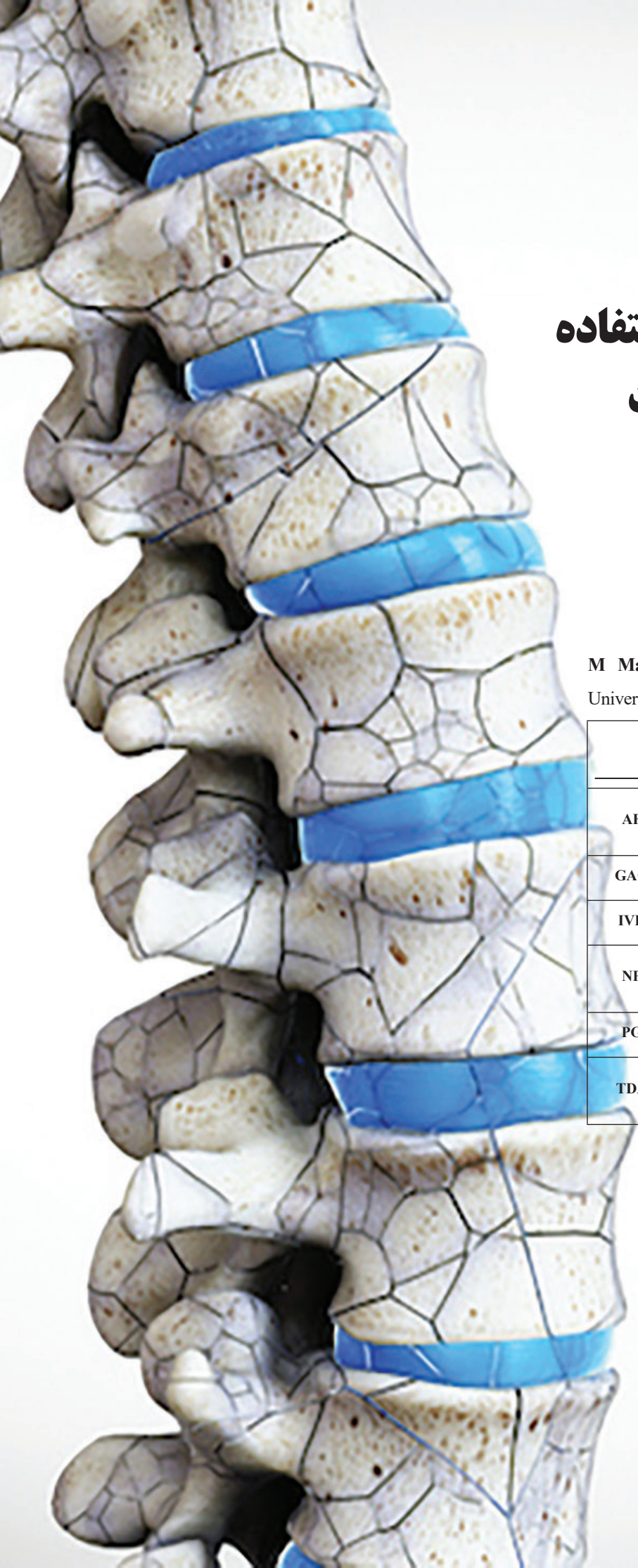
معرفی کتاب و گروه مترجمان

کتاب «زیست‌مواد و کاربرد بالینی آن‌ها در درمان ستون فقرات» ترجمه‌ی بخش‌هایی از کتاب Comprehensive Biomaterials است که به عنوان یک کتاب مرجع در دنیای مهندسی پزشکی مطرح است. به دلیل اهمیت کاربردی این کتاب، گروهی متشکل از ۴ عضو برجسته از اساتید و متخصصان این حوزه تصمیم به ترجمه بخش کاربردی و کلینیکال این کتاب گرفتند. سرپرست و مدیر گروه مترجمان، **دکتر محمد رفیعی‌نیا** استاد تمام دانشگاه علوم پزشکی اصفهان بوده و کتاب‌های متعددی از جمله «زیست‌مواد و کاربرد بالینی آن‌ها در تعویض مفاصل»، «فلزات زیست تخریب‌پذیر از مفهوم تا کاربرد، مقدمه‌ای بر زیست مواد (جلد اول و دوم)، بیومتریال‌ها: اصول و کاربردها، مقدمه‌ای بر برهمکنش بافت و بیومتریال» را ترجمه نموده و در اختیار دانش پژوهان قرار داده است. از این کتاب‌ها در دوره‌های کارشناسی، کارشناسی ارشد و دکتری رشته مهندسی پزشکی استفاده گسترده‌ای می‌گردد.

احمد سعودی فارغ‌التحصیل کارشناسی‌ارشد مهندسی پزشکی در گرایش زیست‌مواد از دانشگاه علوم پزشکی اصفهان بوده و در حال حاضر دانشجوی دکتری موسسه Georg-Speyer Haus از دانشگاه گوته فرانکفورت آلمان است. از کارهای تحقیقاتی ایشان می‌توان به ساخت مواد و داربست‌هایی نوین در حوزه مهندسی بافت عصب و استخوان اشاره کرد که مقالات متعددی از این دستاوردها در مجلات معتبر بین‌المللی به چاپ رسیده است. حوزه تحقیقاتی کنونی وی بر رویکردهای مهندسی بافت در تشخیص و درمان سرطان دستگاه گوارش متمرکز بوده و به درمان افراد بیمار در این زمینه کمک می‌کند. از کتاب‌های منتشر شده ایشان می‌توان به کتاب «زیست‌مواد و کاربرد بالینی آن‌ها در تعویض مفاصل» اشاره کرد.

دکتر سید علی پورسمر، عضو هیئت علمی دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، فارغ‌التحصیل رشته مهندسی پزشکی از دانشگاه نورت همپتون انگلستان و مؤسس و مدیرعامل شرکت آبتین طب فناور است. از کتاب‌های منتشر شده ایشان می‌توان به کتاب «زیست‌مواد و کاربرد بالینی آن‌ها در تعویض مفاصل»، «مقدمه‌ای بر زیست مواد (جلد اول و دوم)» و «مهندسی استخوان و غضروف» اشاره کرد.

دکتر سید محمد حسین طباطبائی ندوشن، متخصص جراحی ارتوپدی و دارای بورد تخصصی این رشته است که برای هر چه بهتر شدن کار و تکمیل تیم ترجمه، ما را یاری رساندند تا بتوان اثری با کیفیت عالی منتشر کرد. ایشان همچنین در زمینه تولید تجهیزات پزشکی فعالیت دارند. از کتاب‌های منتشر شده ایشان می‌توان به کتاب «زیست‌مواد و کاربرد بالینی آن‌ها در تعویض مفاصل» اشاره کرد.



فصل ۱

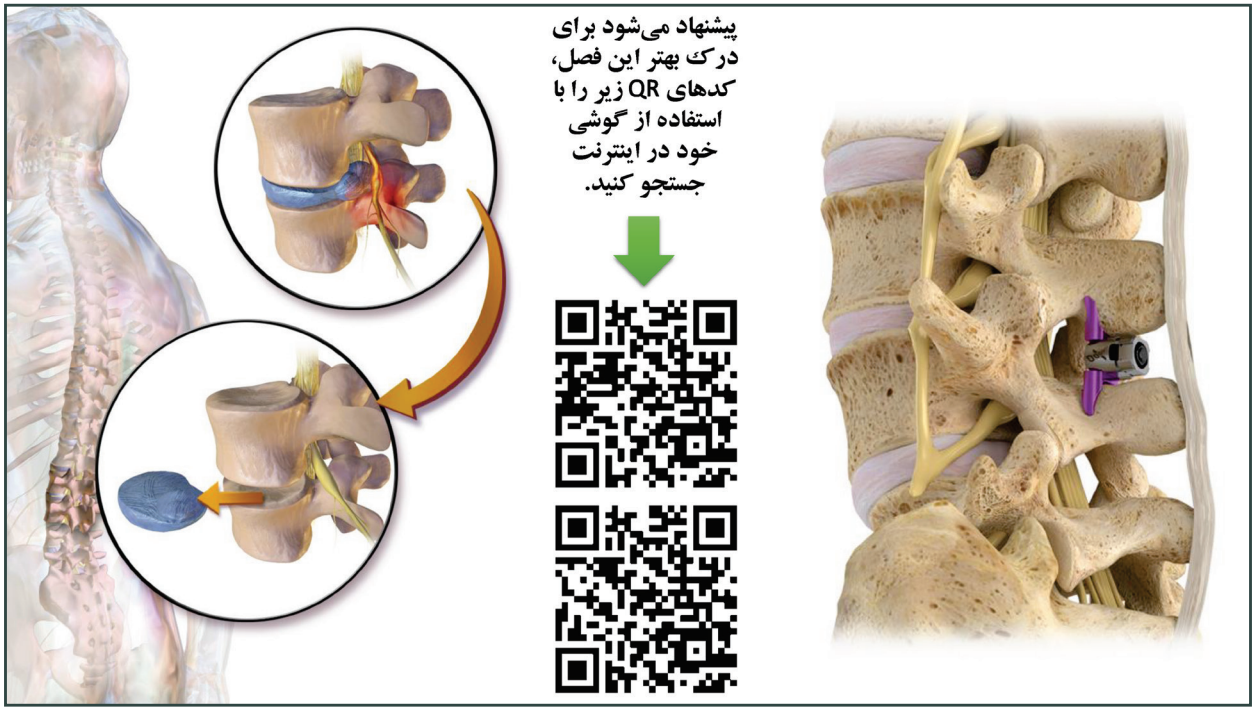
مروری بر مواد مورد استفاده در جراحی ستون فقرات

نویسندگان این فصل:

M Marcolongo, S Sarkar, and N Ganesh, Drexel University, Philadelphia, PA, USA

اختصارها

بافت جداره‌ی فیبری دیسک، آنولوس فیبروزوس	Annulus fibrosus	**AF**
گلیکوزآمینوگلیکان	Glycosaminoglycan	**GAG**
دیسک بین‌مهره‌ای	Intervertebral disc	**IVD**
هسته دیسک، نوکلئوس پالپوزوس	Nucleus pulposus	**NP**
پروتئوگلایکان	Proteoglycan	**PG**
آرتروپلاستی کامل دیسک	Total disc arthro-plasty	**TDA**



۱-۱- مقدمه

ستون فقرات دو وظیفه اصلی در بدن انسان دارد:

- به‌عنوان یک محور مرکزی متحرک برای حمایت از اسکلت عمل می‌کند.
- از اعصاب حساس و ظریفی که از مغز به سرتاسر بدن کشیده شده‌اند، محافظت می‌کند.

برای انجام این دو وظیفه، ضروری است تا تعادلی بین ثبات و انعطاف‌پذیری در ستون فقرات بوجود آید. پیری، آسیب، بیماری و اختلالات ژنتیکی می‌توانند باعث برهم زدن این تعادل شوند و درد را پدید آورند. بیش از ۶۰ ٪ از کسانی که نتوانستند تعادل بین ثبات و انعطاف‌پذیری در ستون فقرات خود را حفظ کنند، درد کمر را در تمام طول عمر خود تجربه کرده‌اند [۱]. کمر درد به تنهایی ۲ ٪ از تمامی ویزیت‌های پزشکی در آمریکا را به خود اختصاص داده است [۲]. درد می‌تواند در ستون فقرات به علت آسیب رسیدن به محل‌های آناتومیک مختلف از جمله جسم مهره‌ای، دیسک‌های بین‌مهره‌ای (IVDs)[1]، مفاصل فاست[2]، سخت شامه‌ی ریشه‌های عصبی[3]، لیگامان‌ها، فاسیا[4] و عضلات ایجاد شود [۳]. به منظور کاهش درد کمر به توسط عمل جراحی، تثبیت ستون فقرات به‌عنوان رکن اساسی در این زمینه مطرح است [۴].

نخستین تکنیک‌های جراحی برای ترمیم اندام محیطی در اواخر دهه‌ی ۱۹۵۰ بکارگرفته شد که شامل استفاده از پیچ و پلاک‌های فلزی به منظور اصلاح اسکولیوز[5] بود [۵]. تثبیت داخلی ستون فقرات با استفاده از پیچ‌های پدیکل برای اولین بار در سال ۱۹۵۹ توسط بوچر[6] در کانادا انجام شد [۶]. در دهه ۱۹۶۰ ظهور تکنیک‌های جوش دادن مهره‌ای[7] استخوانی موفقیت این روش‌ها را تا حد زیادی افزایش داده و درحال حاضر، پیشرفت‌های بوجود آمده در زمینه انتخاب مواد و طراحی ساختاری دستگاه‌های ثابت نگهدارنده‌ی داخلی ستون فقرات روند رو به رشدی دارند [۷]. جراحی ستون فقرات با استفاده از جراحی مقدماتی روی دیسک بیرون زده[8] که در سال ۱۹۳۴ توسط میکستر و بار[9] گزارش شد، یکی از پایه‌های مهم در بازیابی دیسک‌های بین‌مهره‌ای است [۶]. تکنیک‌های رایج در درمان کمر درد دیسکوژنیک[10] شامل برداشتن توده‌ی دیسک و تعویض آن با سیستم‌های پروتزی است [۸]. با این حال، با شناخت بیشتر ساختار دیسک‌های بین‌مهره‌ای، ترمیم

1. Intervertebral discs
2. Facet joints

مفاصل ساخت شده توسط زوائد مفصلی مهره‌های فوقانی و تحتانی. مفاصل فاست، مفاصل سینوویال حقیقی هستند که دارای پوششی از غضروف بوده و توسط سینوویوم احاطه می‌شوند، همچنین این مفاصل به‌عنوان مفاصل zygopaphysial شناخته می‌شوند.

3. Dura of the nerve roots
4. Facia

لایه پوششی فیبری

5. Scoliosis

انحنای طرفی ستون مهره‌ها

6. Boucher
7. Fusion
8. Disc protrusion
9. Mixter and Barr
10. Discogenic back pain

دیسکوژنیک به آنچه که در اثر ناهنجاری یک دیسک بین مهره‌ای ایجاد می‌شود اطلاق می‌گردد. کمر درد دیسکوژنیک همچنین به‌عنوان درد دیسک کمر شناخته می‌شود. شایع‌ترین نشانه‌های کمر درد دیسکوژنیک، اسپاسم‌ها و کمر درد هستند.

اجزای منحصر به فرد دیسک‌ها یعنی تعویض هسته [۹] و ترمیم جداره دیسک میسر گردید (فصل چهارم کتاب، تعویض هسته دیسک) [۱۰]. پیشرفت‌های اخیر در زمینه جراحی با حداقل تهاجم، تأثیر زیادی در جراحی ستون فقرات ایجاد کرده و پتانسیل خوبی در حوزه درمان‌های نوین از خود نشان داده است.

قابل توجه‌ترین پیشرفت ارائه شده، توسعه روش‌های ورتبروپلاستی و کیفوپلاستی[1] است که در اواخر دهه ۱۹۸۰ برای درمان شکستگی‌های مهره‌ای به‌صورت زیرپوستی بوجود آمد (فصل ۲، تقویت ستون فقرات با سیمان‌های استخوانی قابل تزریق: مواد مورد استفاده در کیفوپلاستی/ورتبروپلاستی) [۱۱-۱۳]. پیشرفت فناوری در تمامی حوزه‌ها منجر به توسعه مواد جدید برای جراحی‌های ستون فقرات شده است. این پیشرفت‌ها توانسته‌اند تصویری از ساختارهای ستون فقرات در اختیار گذارند، نوآوری‌هایی در روش‌های جراحی بوجود آورند و همچنین از شرایط زیستی و ساختاری بافت موضعی درک بهتری ارائه کنند. نخستین موادی که برای این جراحی‌ها بکارگرفته شدند، موادی بودند که از آن‌ها در ترمیم استخوان‌ها و مفاصل استفاده می‌شد. با این حال، همچنان که درک محققان از نیازهای منحصر به فرد ساختاری و مکانیکی ستون فقرات بیشتر می‌شد، مواد نوینی نیز برای استفاده در ستون فقرات توسعه داده شدند. مهندسی بافت و رهایش دارو نیز موجب توسعه بیشتر مواد جدید با سطوح متخلخل و احیاء کننده، شده است. در این فصل به تشریح مواد مورد استفاده در جراحی‌های ستون فقرات (از جمله جوش دادن ستون مهره‌ها، تعویض کامل دیسک و ترمیم بافت جداره‌ی دیسک)، آسیب‌شناسی ستون فقرات و همچنین جهت‌گیری آینده در توسعه مواد پرداخته می‌شود.

۱-۲- آناتومی و فیزیولوژی ستون فقرات

۱-۲-۱- ستون مهره‌ای

انتقال بارها و گشتاورهای خمشی از سر، تنه و هرگونه بارهای خارجی به لگن خاصره از مجموعه عملکردهای ستون فقرات یا ستون مهره‌ای انسان است که به قسمت بالا تنه اجازه حرکت و انعطاف‌پذیری کافی را (از لحاظ فیزیولوژیکی) داده و طناب نخاعی را از خطرات ناشی از حرکت و تروما محافظت می‌کند [۱۴]. همچنین ستون فقرات از سایر اندام‌های حیاتی داخلی حفاظت کرده و به‌عنوان پایه‌ی اتصال لیگامان‌ها، تاندون‌ها و عضلات بالا تنه عمل می‌کند. شکل و ساختار ستون فقرات گویای انجام این وظایف است.

ستون فقرات شامل ۲۴ مهره منحصر به فرد به علاوه استخوان خاجی[2] و دنبالچه[3] است، که ۲۴ مهره از جمجمه تا لگن خاصره گسترش یافته‌اند. این مهره‌ها در بالای سر همدیگر قرار می‌گیرند و به پنج منطقه مجزا گروه‌بندی می‌شوند (شکل ۱):

۱. ۷ مهره گردنی
۲. ۲۱ مهره سینه‌ای (یا پشتی)[4]
۳. ۵ مهره کمری[5]
۴. ۵ مهره جوش خورده خاجی
۵. ۳ مهره جوش خورده استخوان دنبالچه

از دید خلفی، ستون فقرات مانند خطی مستقیم است، اما از نمای جانبی چهار منحنی طبیعی دارد. این آرایش ستون فقرات از لحاظ مکانیکی به افزایش انعطاف‌پذیری و توانایی جذب شوک در ستون فقرات کمک می‌کند. جسم مهره‌ای منطقه اصلی تحمل وزن است. مهره‌های مجاور توسط دیسک‌های بین‌مهره‌ای به یکدیگر متصل می‌شوند (شکل ۲). سوراخ مهره‌ای[6]، سوراخ بزرگی در مرکز مهره است که توسط لامینا[7] احاطه شده است، و کانال نخاعی[8] را تشکیل می‌دهد. طناب نخاعی در سرتاسر این منفذ یا روزنه پیشروی می‌کند و توسط آن محافظت می‌شود. زائده خاری (یا شوکی)[9] از منطقه خلفی در قسمت مرکزی مهره بیرون زده و به‌عنوان نقطه اتصال لیگامان‌ها عمل می‌کند. یک جفت زائده عرضی[10] وجود دارند که عمود بر زائده شوکی بوده و مکانی را برای اتصال عضلات پشتی فراهم می‌کنند. همچنین چهار مفصل فاست[11] در هر مهره وجود دارند که به صورت دو به دو قرار گرفته (یکی فوقانی، یکی تحتانی) و مهره‌های مجاور را به منظور تأمین ثبات و پایداری ستون فقرات درهم قفل می‌کنند. هنگامی که پوکی استخوان در ستون فقرات رخ می‌دهد، تحلیل مهره‌ها یا شکستگی‌های فشاری ممکن است اتفاق بیافتد (شکل ۳). شکستگی فشرده مهره‌ای (یا شکستگی‌های ناشی

1. Vertebroplasty and kyphoplasty
ورتبروپلاستی و کیفوپلاستی. از جراحی‌های ستون فقرات است که در آن ماده‌ای از طریق سوراخی کوچک در پوست (از طریق زیرجلدی) به مهره‌های شکسته شده تزریق می‌شود و سفت می‌گردد. هدف این روش تسکین درد ناشی از شکستگی‌های فشرده استئوپروتیک (پوکی استخوان) است.

2. Sacrum
3. Coccyx
4. Thoracic
5. Lumbar
6. Vertebral foramen
7. Lamina
لامینا؛ تیغه
8. Spinal canal
9. Spinous process
10. Transverse processes
11. Facet joints