

# توانبخشی و درمان شکستگی‌ها

جلد اول: کلیات، اندام فوقانی

چاپ دوم

تألیف

**دکتر نسترن قطبی**

دانشیار دانشکده توانبخشی دانشگاه علوم پزشکی تهران

**محمد نوری**

عضو هیات علمی دانشکده توانبخشی

**محمد رضا گلبخش**

عضو هیات علمی بیمارستان سینا



سرشناسه: قطبی، نسترن، ۱۳۴۹ -  
عنوان و نام‌پدیدآورنده: توانبخشی و درمان شکستگی‌ها  
مشخصات نشر: تهران، کتاب ارجمند: ارجمند،  
۱۳۹۴  
مشخصات ظاهری: ۳۰۴ ص، وزیری  
شابک: ۶-۲۸-۲۰۰-۶۰۰-۹۷۸-۶۰۰  
وضعیت فهرست‌نویسی: فیپا  
یادداشت: ج. ۱. کلیات، اندام فوقانی  
شناسه افزوده: نوری، محمد، ۱۳۳۰-  
شناسه افزوده: گلبخش، محمدرضا، ۱۳۵۱-  
شماره کتابشناسی ملی: ۳۸۷۶۸۵۲

نسترن قطبی، محمد نوری، محمدرضا گلبخش  
**توانبخشی و درمان شکستگی‌ها (جلد اول)**  
فروست: ۵۵۵  
ناشر: کتاب ارجمند با همکاری انتشارات ارجمند  
صفحه‌آرا: آیدا روستا  
مدیر هنری: احسان ارجمند  
سرپرست تولید: محبوبه بازعلی‌پور  
ناظر چاپ: سعید خانکشلو  
چاپ: سامان، صحافی: روشنگر  
چاپ دوم، دی ۱۳۹۴، ۱۱۰۰ نسخه  
شابک: ۶-۲۸-۲۰۰-۶۰۰-۹۷۸-۶۰۰

www.arjmandpub.com

این اثر، مشمول قانون حمایت مؤلفان و مصنفان و هنرمندان مصوب ۱۳۴۸ است، هر کس تمام یا قسمتی از این اثر را بدون اجازه مؤلف، ناشر، نشر یا پخش یا عرضه کند مورد پیگرد قانونی قرار خواهد گرفت.

### مرکز پخش: انتشارات ارجمند

دفتر مرکزی: تهران بلوار کشاورز، بین خ کارگر و ۱۶ آذر، پلاک ۲۹۲، تلفن: ۸۸۹۸۲۰۴۰  
شعبه مشهد: ابتدای احمدآباد، پاساژ امیر، انتشارات مجد دانش، تلفن: ۰۵۱-۳۸۴۴۱۰۱۶  
شعبه رشت: خ نامجو، روبروی ورزشگاه عضدی، تلفن: ۰۱۳-۳۳۳۳۲۸۷۶  
شعبه بابل: خ گنج افروز، پاساژ گنج افروز، تلفن: ۰۱۱-۳۲۲۲۷۶۶۴  
شعبه ساری: بیمارستان امام، روبروی ریاست تلفن: ۰۹۱۱-۸۰۲۰۰۹۰  
شعبه کرمانشاه: خ مدرس، پشت پاساژ سعید، کتابفروشی دانشمند تلفن: ۰۸۳-۳۷۲۸۴۸۳۸

**بها: ۱۴۰۰۰ تومان**

با ارسال پیامک به شماره ۰۵۹۹ ۰۵۹۹ ۰۰۰ ۱۰۰۰ در جریان تازه‌های نشر ما قرار بگیرید:  
ارسال عدد ۱: دریافت تازه‌های نشر پزشکی به صورت پیامک  
ارسال عدد ۲: دریافت تازه‌های نشر روان‌شناسی به صورت پیامک  
ارسال ایمیل: دریافت خبرنامه الکترونیکی انتشارات ارجمند به صورت ایمیل

## فهرست مطالب

بخش اول: کلیات	۹
فصل ۱: کلیات شکستگی	۱۰
تعریف شکستگی	۱۱
انواع شکستگی ها	۱۱
معیارهای بررسی شکستگی	۱۳
ترمیم اولیه	۲۸
ترمیم ثانویه	۲۹
تست های جوش خوردن استخوان	۲۹
عوارض شکستگی ها	۳۵
فلزات مورد استفاده در تثبیت	۴۸
فصل ۲: کلیات توانبخشی	۵۹
۱. تمرین درمانی	۶۰
دامنه حرکتی (Range of Motion)	۶۰
تمرینات عملکردی (functional) یا تمرینات وابسته به تکالیف خاص	۷۲
تسهیل انقباض عضلانی به کمک حس عمقی - PNT	۷۳
تمرینات کششی	۷۴
۲. الکتروتراپی مورد استفاده در درمان شکستگی ها	۷۵
گرما درمانی	۷۶
سرما درمانی	۷۹
هیدروتراپی (آب درمانی)	۸۰
لیزر (LASER)	۸۱
عوامل الکتریکی	۸۳
۳. راه رفتن (Gait)	۸۷
چرخه راه رفتن (Gait cycle)	۸۸

۹۲.....	چرخه راه رفتن در توانبخشی شکستگی.....
۹۴ .....	پارامترهای راه رفتن .....
۹۷.....	تعیین کننده‌های راه رفتن (Determinants of gait).....
۹۹.....	اختلالات راه رفتن (gait deviations).....
۱۰۳.....	ملاحظات راه رفتن در شکستگی‌های اندام تحتانی.....
۱۰۹.....	۴. وسایل کمکی و ابزارهای تطابقی برای انجام فعالیت‌های زندگی روزانه (ADL).....
۱۰۹.....	وسایل کمکی برای انجام فعالیت‌های زندگی روزمره.....
۱۱۱.....	وسایلی برای گرفتن اجسام.....
۱۱۳.....	وسایلی برای کاهش گشتاور یا نیرو.....
۱۱۶.....	وسایلی برای بهبود ایمنی بیمار.....
۱۲۲.....	بریس‌ها و آتل‌ها.....

## بخش دوم: شکستگی‌های اندام فوقانی ..... ۱۳۱

۱۳۲.....	فصل ۳: شکستگی کلاویکولا.....
۱۳۵.....	روش‌های درمانی مختلف.....
۱۳۷.....	ملاحظات خاص شکستگی.....
۱۳۸.....	وزن اندازی روی اندام مبتلا.....

## فصل ۴: شکستگی‌های استخوان هومروس (بازو) ..... ۱۴۳

۱۴۴.....	۱. شکستگی‌های انتهای فوقانی (پروگزیمال) هومروس.....
۱۴۸.....	اهداف توانبخشی.....
۱۴۹.....	روش‌های درمانی مختلف.....
۱۵۳.....	ملاحظات خاص شکستگی.....
۱۵۴.....	وزن اندازی.....
۱۶۲.....	ملاحظات بلندمدت.....
۱۶۳.....	۲. شکستگی‌های تنه استخوان بازو (دیافیز یا تنه میانی هومروس).....
۱۶۴.....	اهداف درمانی.....
۱۶۵.....	روش‌های درمانی مختلف.....
۱۶۹.....	ملاحظات خاص شکستگی.....

۱۷۶.....	۳. شکستگی های دیستال (انتهای تحتانی) استخوان بازو .....
۱۷۷.....	شکستگی های خارج مفصلی .....
۱۷۹.....	مکانیسم ضایعه .....
۱۷۹.....	اهداف توانبخشی .....
۱۸۰.....	روش های درمانی مختلف .....
۱۸۴.....	ملاحظات خاص شکستگی .....
۱۸۶.....	ضایعات همراه .....
۱۹۴.....	ملاحظات و مشکلات بلندمدت .....

**فصل ۵: شکستگی های زایده اوله کرانون..... ۱۹۵**

۱۹۶.....	مکانیسم ضایعه .....
۱۹۷.....	اهداف توانبخشی .....
۱۹۷.....	روش های درمانی مختلف .....
۲۰۰.....	ملاحظات خاص شکستگی .....
۲۰۱.....	ضایعات همراه .....

**فصل ۶: شکستگی سر استخوان رادیوس..... ۲۰۹**

۲۱۰.....	مکانیسم ضایعه .....
۲۱۱.....	اهداف درمانی .....
۲۱۱.....	اهداف توانبخشی .....
۲۱۲.....	روش های درمانی مختلف .....
۲۱۴.....	ملاحظات خاص شکستگی .....
۲۱۵.....	ضایعات همراه .....
۲۲۰.....	ملاحظات و مشکلات بلندمدت .....

**فصل ۷: شکستگی استخوان های ساعد..... ۲۲۳**

۲۲۴.....	۱. شکستگی های تنه استخوان های ساعد .....
۲۲۵.....	انواع شکستگی های ساعد .....
۲۲۸.....	مکانیسم ضایعه .....
۲۲۸.....	اهداف درمانی .....
۲۲۹.....	روش های درمانی مختلف .....

۲۳۱	ملاحظات خاص شکستگی
۲۳۲	ضایعات همراه
۲۳۹	ملاحظات و مشکلات بلندمدت
۲۴۰	۲. شکستگی کالیس یا انتهای تحتانی رادیوس (Colles'fx)
۲۴۳	مکانیسم ضایعه در شکستگی کالیس
۲۴۳	اهداف درمانی
۲۴۵	روش‌های درمانی مختلف
۲۵۵	نکات تکمیلی در خصوص توانبخشی شکستگی کالیس
۲۵۷	<b>فصل ۸: شکستگی استخوان‌های دست</b>
۲۵۸	۱. شکستگی استخوان اسکافوئید (ناویکولار) یا ناوی
۲۵۹	مکانیسم ضایعه
۲۶۰	اهداف توانبخشی
۲۶۱	روش‌های درمانی مختلف
۲۶۳	ملاحظات خاص شکستگی
۲۶۴	ضایعات همراه
۲۷۱	۲. شکستگی استخوان‌های کف دست (متاکارپ)
۲۷۴	مکانیسم ضایعه
۲۷۴	اهداف درمانی
۲۷۶	روش‌های درمانی مختلف
۲۷۹	ملاحظات خاص شکستگی
۲۷۹	ضایعات همراه
۲۸۵	۳. شکستگی بند انگشتان (فالانکس)
۲۸۶	مکانیسم ضایعه
۲۸۶	اهداف درمانی
۲۸۷	روش‌های درمانی مختلف
۲۸۹	ملاحظات توانبخشی
۲۸۹	ضایعات همراه
۳۰۱	<b>منابع</b>
۳۰۲	واژه‌نامه فارسی به انگلیسی
۳۰۲	واژه‌نامه انگلیسی به فارسی

## مقدمه

درمان موفقیت‌آمیز شکستگی‌های شدید مرهون کار یک تیم پزشکی متشکل از جراحان ارتوپد، فیزیوتراپیست‌ها، کاردرمان‌ها و متخصصین ارتوپدی فنی می‌باشد.

پس از تثبیت شکستگی؛ در مراحل اولیه توانبخشی غالباً از عوامل حرارتی نظیر هات پک، سرمادرمانی، امواج فراصوت و یا عوامل الکتریکی نظیر جریان TENS با هدف کاهش درد و التهاب و آماده‌سازی بافت‌های اطراف شکستگی جهت انجام تمرینات استفاده می‌شود. اما پایه توانبخشی شکستگی‌ها بر انجام تمرینات صحیح استوار است.

کتاب توانبخشی و درمان شکستگی‌ها که با توجه به نبود یک مرجع فارسی نگارش شده است، رویکردی بر انجام تمرینات صحیح در زمان مناسب دارد.

در چاپ دوم این کتاب، واژه‌های فارسی بهتری جایگزین شده‌اند. همچنین از مطالب جدیدی استفاده شده است. این کتاب به گونه‌ای گردآوری شده که جهت استفاده کلیه گروه‌های پزشکی درگیر در درمان شکستگی‌ها شامل فیزیوتراپیست‌ها، کاردرمانگرها، دستیاران و متخصصین ارتوپدی، دستیاران و متخصصین طب فیزیکی و توانبخشی، دستیاران و متخصصین طب ورزشی و دانشجویان گروه توانبخشی قابل استفاده باشد. در تألیف کتاب سعی شده از مناسب‌ترین اشکال در کنار توضیح هر شکستگی به منظور درک بیشتر مطلب استفاده گردد. در خاتمه از آقای دکتر ارجمند و همکاران ایشان که زحمت چاپ کتاب را عهده‌دار شدند، تشکر می‌شود.

### دکتر نسترن قطبی

دانشیار دانشکده توانبخشی  
دانشگاه علوم پزشکی تهران





## بخش اول

### کلیات

## فصل ۱

### کلیات شکستگی

## تعریف شکستگی

ضربات وارد بر استخوان که باعث بر هم خوردن تداوم تیغه‌های استخوانی می‌شود را شکستگی گویند. شکستگی ممکن است به صورت قطع کامل در تداوم یک استخوان باشد و یا به صورت قطع ناکامل و یا ترک باشد.

## انواع شکستگی‌ها

شکستگی‌ها را می‌توان برحسب علت بوجود آورنده (اتیولوژی) به سه گروه تقسیم نمود:

۱. شکستگی‌هایی که منحصراً در اثر ضربه ناگهانی به وجود آمده‌اند
۲. شکستگی‌های حاصل از خستگی یا فشار
۳. شکستگی‌های مرضی (پاتولوژیک)

### شکستگی‌هایی که در اثر ضربه ایجاد می‌شوند (Traumatic fractures)

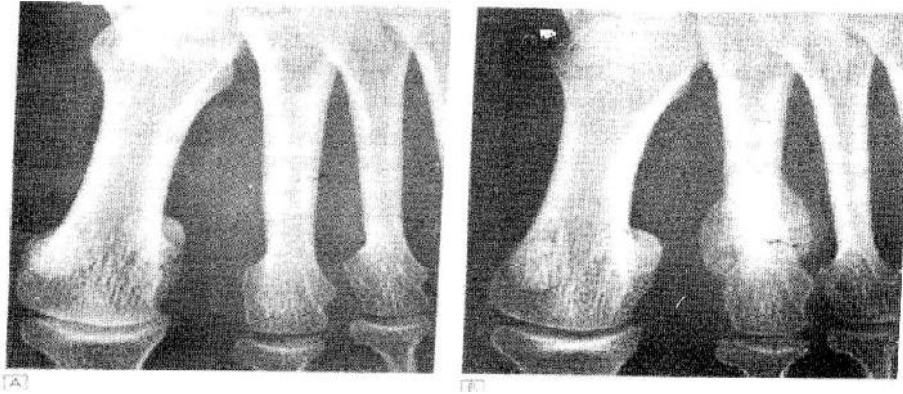
این شکستگی‌ها بزرگ‌ترین گروه را تشکیل می‌دهند و در استخوانی اتفاق می‌افتند که قبلاً سالم بوده است. یک چنین شکستگی ممکن است در اثر (۱) ضربه مستقیم (مانند شکستگی استخوان متاتارس در اثر افتادن وزنه سنگین بر روی پا)، (۲) ضربه غیرمستقیم [مانند هنگامی که سراسخوان رادیوس یا استخوان کلاویکولا در اثر افتادن روی دست باز\* (out stretch hand) می‌شکند] و یا (۳) عمل عضلانی (مانند شکستگی استخوان پاتلا بدنبال انقباض ناگهانی و شدید عضله کوادری سپس یا شکستگی تروکانتر کوچک استخوان فمور بدنبال انقباض شدید عضله ایلیوپسواس) ایجاد شود.

به شکستگی‌هایی که در اثر انقباض عضلات ایجاد می‌شود، شکستگی کندگی (avulsion fracture) گفته می‌شود زیرا نیروی انقباض عضله سبب کنده شدن بخشی از استخوان می‌شود.

### شکستگی‌های حاصل از خستگی یا فشارهای مکرر (Stress or fatigue fractures)

این شکستگی‌ها در اثر ضربه شدید و ناگهانی ایجاد نمی‌شوند بلکه به علت استرس‌های مکرر به وجود می‌آیند و غالباً در قهرمانان دو و سربازان رخ می‌دهند. علت ایجاد این شکستگی در

\* Out stretch hand وضعیتی است که در آن بازو در ابداعشن و روتیشن خارجی، آرنج در حالت اکستنشن و مچ دست نیز در حالت اکستنشن قرار دارد.



**شکل ۱-۱** شکستگی استرس در استخوان متاتارس دوم (شکستگی رژه). شکل سمت چپ بلافاصله بعد از شروع علائم گرفته شده است. شکل سمت راست دو هفته بعد است که شکستگی را به همراه توده کال نشان می‌دهد.

استخوانی که هیچگونه بیماری نداشته است، به درستی معلوم نیست. شکستگی‌های حاصل از خستگی یا استرس به جز در موارد استثنایی منحصر به استخوان‌های اندام تحتانی می‌باشد. اکثراً در استخوان‌های متاتارس (بدنبال راه رفتن یا رژه طولانی) اتفاق می‌افتد ولی در جاهای دیگری مانند تنه استخوان‌های تیبیا و فیبولا (بدنبال دویدن یا رقص مکرر) و گاه‌ها در گردن استخوان فمور نیز دیده می‌شوند. شروع درد در این نوع شکستگی‌ها تدریجی و بی‌سر و صدا است. درد با فعالیت مداوم افزایش و با استراحت تسکین می‌یابد. باید دانست که ممکن است در ابتدا هیچ‌گونه یافته رادیولوژیک غیرطبیعی دیده نشود و تنها بعد از گذشت ۲-۴ هفته تغییرات رادیولوژیک ظاهر شوند (شکل ۱-۱). حتی در این زمان هم شکستگی بیشتر به صورت یک ترک مویی مشخص می‌شود و بارزتر از شکستگی، کالی است که اطراف محل شکستگی را احاطه کرده است.

### شکستگی‌های مرضی (پاتولوژیک)

اصطلاح پاتولوژیک هنگامی بکار می‌رود که شکستگی در استخوانی که قبلاً به وسیله بیماری دیگری (مانند پوکی استخوان شدید، کیست و یا تومور) ضعیف شده، ایجاد شود. غالباً استخوان در اثر ضربه خفیف و یا حتی به طور خودبخودی می‌شکند. به همین علت به آن‌ها شکستگی خودبخودی نیز می‌گویند. به طور نمونه می‌توان به شکستگی‌های پاتولوژیک ناشی از پوکی استخوان (استئوپوروزیس) نوع پیری اشاره کرد که در جسم مهره‌های توراسیک یا

کمری، گردن یا ناحیه تروکانتریک استخوان فمور و انتهای تحتانی استخوان رادیوس رخ می دهد. نمونه دیگر بیماری پاژه استخوان (استئیت دفورمان) است که با شکستگی تنه استخوان تیبیا یا فمور همراه است.

## معیارهای بررسی شکستگی

شکستگی بر اساس معیارهای زیر تشخیص داده می شود:

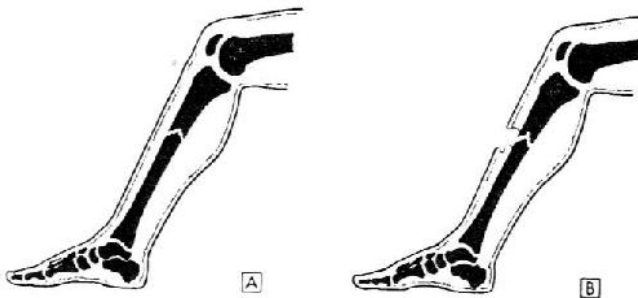
۱. ارتباط نسبت به محیط: بسته، باز
۲. شکل ظاهری: عرضی، مایل، مارپیچی، چند تکه ای
۳. وسعت: کامل، ناکامل
۴. محل: دیافیز، متافیز، اپی فیز، داخل مفصلی
۵. ارتباط قطعات شکسته نسبت به یکدیگر: با یا بدون جابجایی

## شکستگی های بسته و باز

شکستگی را وقتی بسته یا ساده (Simple) می نامند که هیچگونه ارتباطی بین محل شکستگی و خارج از بدن وجود نداشته باشد.

شکستگی را هنگامی باز یا مرکب (Compound) می نامند که یک زخم در سطح پوست وجود داشته باشد که به عمق محل شکستگی منتهی شود. باید توجه داشت که وجود زخم در پوست محل شکستگی، الزاماً به معنی شکستگی باز نمی باشد و شکستگی را فقط هنگامی باز یا مرکب گویند که ارتباط مستقیمی بین سطح بدن و انتهای استخوان شکسته وجود داشته باشد.

مشخص کردن شکستگی های بسته و باز مهم است زیرا شکستگی باز مستعد عفونی شدن است در حالی که شکستگی بسته در معرض این خطر نمی باشد.

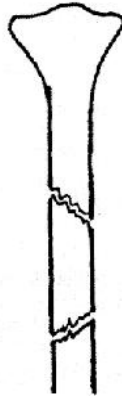


شکل ۱-۲ شکل سمت راست شکستگی باز و شکل سمت چپ شکستگی بسته را نشان می دهد.

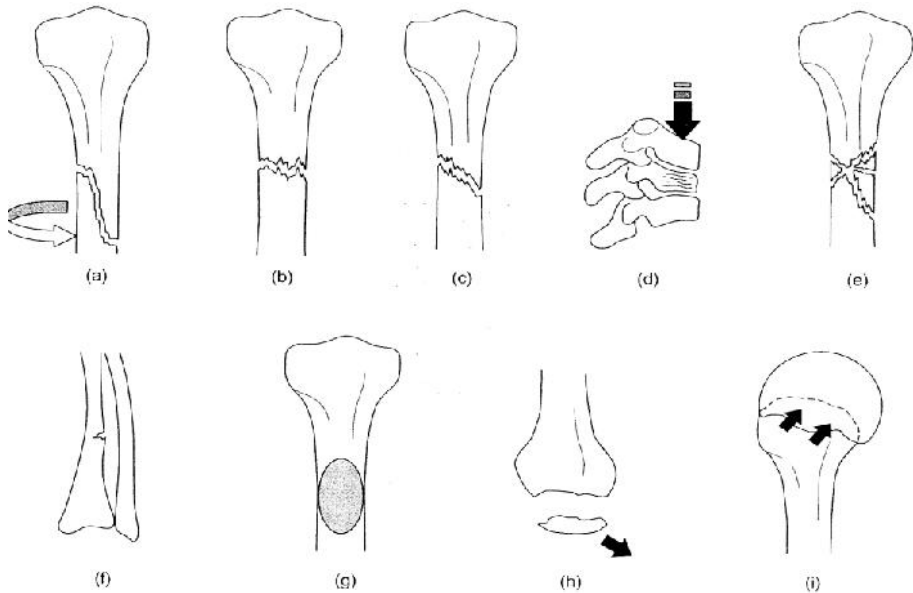
## الگوهای شکستگی

شکستگی‌ها را با واژه‌های توصیفی که دلالت بر شکل یا الگوی سطوح شکستگی در عکس‌های رادیوگرافی دارند، نامگذاری می‌کنند و بیشتر از همه از واژه‌های زیر استفاده می‌شود:

۱. شکستگی عرضی (Transverse)
۲. شکستگی مایل یا مورب (Oblique)
۳. شکستگی مارپیچی (Spiral)
۴. شکستگی چند تکه‌ای (Comminuted): در این ضایعه بیشتر از دو تکه شکسته در محل شکستگی وجود دارد. این شکستگی را باید از شکستگی چند قطعه‌ای (segmental) که در آن استخوان در چند نقطه (معمولاً دو نقطه) شکسته است مجزا کرد. در شکستگی اخیر، جانداختن قطعات شکسته دشوار بوده و ممکن است قطعات شکسته در یک نقطه جوش خورده و در نقطه دیگر جوش نخورد (شکل‌های ۱-۳ الف و ب).



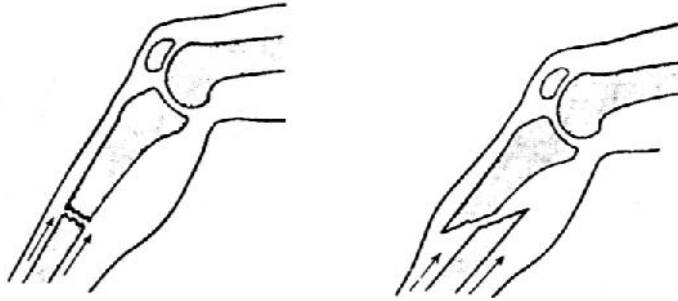
شکل ۱-۳ الف: شکستگی چند قطعه‌ای



شکل ۱-۳ ب: ردیف بالا از چپ به راست: ۱: ماریچی؛ ۲: عرضی؛ ۳: مایل؛  
 ۴: فشردگی (compression)؛ ۵: چند تکه‌ای  
 ردیف پایین از چپ به راست: ۱: ترک‌های؛ ۲: مرضی، ۳: کندگی (avulsion)، ۴: در  
 هم فرو رفته (impact)

گاهی الگوی شکستگی ماهیت ضربه به وجود آورنده را مشخص کرده و آسان‌ترین روش جا اندازی را ارائه می‌نماید. برای مثال شکستگی عرضی در یک استخوان بلند تقریباً در اثر یک نیروی زاویه‌دار نسبت به استخوان ایجاد می‌شود [و نه یک نیروی پیچشی (force Twisting)] در حالی که شکستگی ماریچی قطعاً از یک نیروی چرخشی ناشی می‌شود.

الگوی شکستگی همچنین احتمال ثبات (Stability) قطعات را مشخص می‌کند. بعنوان مثال در شکستگی عرضی احتمال جابجایی مجدد قطعات شکسته بعد از جا اندازی وجود ندارد، در حالی که شکستگی مورب یا ماریچی مستعد جابجایی مجدد می‌باشد، مگر اینکه بتوان حین جا اندازی قسمت‌های برجسته استخوانی را بدون فرورفتگی‌های سطوح مقابل کاملاً فرو برده و قفل نمود (شکل ۱-۴).



شکل ۴-۱ شکستگی عرضی بعد از جاناندازی از ثبات برخوردار است (شکل چپ) درحالی که در شکستگی مایل یا مارپیچی به علت کشش عضلات احتمال جابجایی مجدد وجود دارد (شکل راست).

شکستگی‌های عرضی معمولاً در اثر ضربه مستقیم به وجود می‌آید و با مقدار زیادی تخریب بافت نرم همراه می‌باشد. شکستگی‌های مورب و مارپیچی غالباً در اثر ضربه غیرمستقیم ایجاد می‌شود و تخریب بافت نرم در اغلب موارد اندک است. در کودکان با توجه به انعطاف‌پذیر بودن استخوان‌الگویی شکستگی در دیافیز و متافیز ممکن است به صورت نا کامل (incomplete) یا کامل (complete) باشد. در نوع کامل بر خلاف نوع ناکامل هر دو کورتکس استخوان دچار شکستگی شده و دو قسمت شکستگی بطور کامل جدا هستند.

انواع ناکامل شامل موارد زیر می‌باشد:

### شکستگی ترکه‌ای یا ترکه سبز (Greenstick fracture)

شکستگی ناقصی است که فقط در استخوان‌های قابل انعطاف بچه‌ها قبل از سن ۱۰ سالگی اتفاق می‌افتد و در آن فقط قسمتی از یک طرف تنه استخوان می‌شکند. علت انعطاف‌پذیری استخوان کودکان نسبت به افراد بالغ بیشتر بودن مقدار آب بافت استخوانی آن‌ها است. به همین علت قدرت تحمل استخوان کودکان در برابر فشار، خم شدن و چرخش زیادتر است. در شکستگی ترکه‌ای زاویه‌دار شدن استخوان هر چند ناچیز هم که باشد باید اصلاح شود زیرا حتی در مواردی که اندام بوسیله گچ بی حرکت شده است، احتمال افزایش زاویه استخوان وجود دارد.



### شکستگی در هم فرو رفته (Impacted fracture)

در این نوع شکستگی، قطعات استخوانی چنان محکم در هم فرو رفته و قفل شده‌اند که هیچ حرکتی بین آنها وجود ندارد.

### شکستگی بصورت شکاف (Fissured fracture)

این ضایعه در واقع نوعی شکستگی ناقص است که در آن شکافی در استخوان ایجاد شده و جابجایی بین قطعات وجود ندارد.

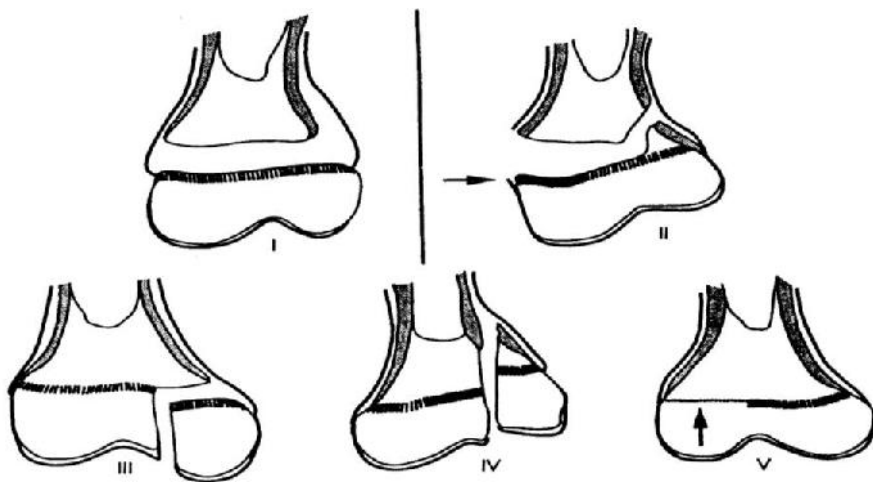
### ضایعات صفحه رشد (Epiphyseal plate)

شکستگی در کودکان همچنین ممکن است صفحه رشد استخوان را درگیر کند. در اینگونه موارد ضایعه را شکستگی صفحه رشد گویند. در واقع آشکارترین اختلاف میان استخوان‌های کودکان و بالغین وجود صفحات رشد غضروفی در کودکان است. صفحه رشد یک نقطه بالقوه ضعیف در استخوان است و در برخی جاها ممکن است تمام یا بخشی از اپی فیز کنده شود. بطور تیپیک، گوشه‌ای از متافیز\* نیز به‌مراه اپی فیز جابجا شده می‌باشد. تشخیص ضایعات اپی فیزی از اپی فیز طبیعی حائز اهمیت می‌باشد و به طبقه‌بندی رادیولوژیک خاصی منجر می‌شود که به تقسیم‌بندی سالتر و هاریس که اولین بار آن را در سال ۱۹۶۳ معرفی کردند، معروف است (شکل‌های ۱-۵ و ۱-۶):



شکل ۱-۵ جابجایی اپی فیز تحتانی تیبیا به همراه شکستگی فیبولا

\* متافیز قسمتی از استخوان است که درست در زیر غضروف صفحه رشد قرار دارد. جنس آن از استخوان اسفنجی است و ضعیف‌ترین قسمت استخوان است.



شکل ۱-۶ طبقه‌بندی سالتر و هاریس در مورد ضایعات اپی فیزی

ضایعه نوع ۱: جداسدن کامل اپی فیز در سطح صفحه رشد بدون هرگونه آسیب متافیز یا اپی فیز.

ضایعه نوع ۲: شایع‌ترین نوع است و قطعه مثلثی شکل مشخصی از متافیز به اپی فیز جابجاشده، متصل است.

ضایعه نوع ۳: گرفتاری سطح مفصلی توام با جدا شدن قسمتی از اپی فیز

ضایعه نوع ۴: شکستگی سطح مفصلی با گسترش به سوی متافیز از میان صفحه رشد

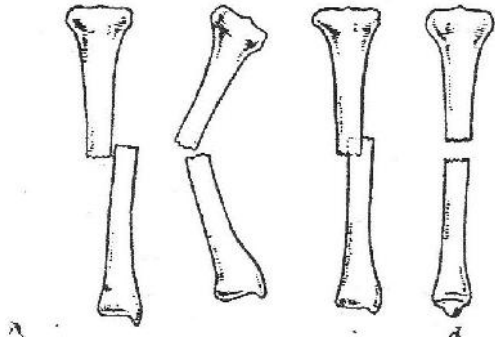
ضایعه نوع ۵: شکستگی فشردگی که تمام یا بخشی از صفحه رشد را گرفتار کرده است.

صدمات و جابجایی‌های اپی فیزی معمولاً در دو انتهای دیستال و پروگزیمال استخوان‌های هومروس، فمور و تیبیا شایع بوده و ممکن است موجب توقف رشد یا اختلال در رشد طبیعی صفحه اپی فیزی گردند.

### جابجایی قطعات شکسته

جابجایی در صورتی ایجاد می‌شود که انتهاهای استخوان شکسته نسبت به یکدیگر تغییر مکان داده باشند. جابجایی قطعات شکسته می‌تواند به صورت‌های زیر باشد:

۱. جابجایی طرفی (Lateral)



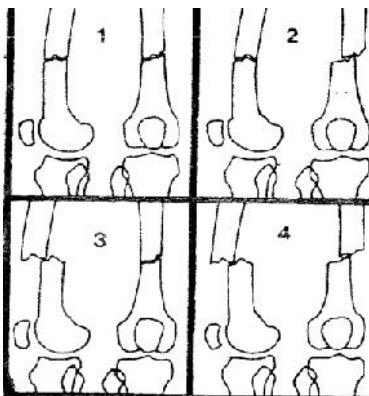
شکل ۷-۱ جابجایی قطعات شکسته: از راست به چپ به ترتیب: چرخش قطعات؛ رویهم سوار شدن قطعات؛ زاویه دار شدن قطعات و جابجایی طرفی

۲. زاویه دار شدن یا آنگولاسیون که در آن قطعات شکسته به جای اینکه در یک خط باشند با یکدیگر زاویه می‌سازند (برخی مؤلفین زاویه‌دار شدن را نیز جزء مورد اول به حساب می‌آورند).

۳. از روی یکدیگر عبور کردن (Overlapping)، که سبب کوتاه شدن استخوان می‌شود.

۴. چرخیدن (Rotation) یا پیچ خوردن قطعه تحتانی

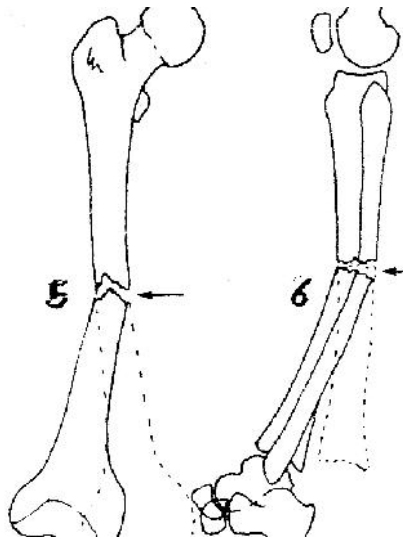
جهت تغییر مکان یا جابجایی برحسب حرکت قطعه تحتانی مشخص می‌گردد. مثلاً در شکستگی‌های تنه استخوان فمور در محل اتصال ثلث میانی و ثلث تحتانی که در شکل ۸-۱ نشان داده شده است، به ترتیب موارد زیر وجود دارد:



شکل ۸-۱ وضعیت جابجایی قطعات شکسته

۱- بدون جابجایی ۲- جابجایی به سمت خارج  
 ۳- جابجایی به سمت عقب ۴- جابجایی به سمت خارج و عقب

روش قابل قبول در توصیف وضعیت زاویه‌دار شدن یا آنگولاسیون قطعات شکسته عبارت است از تعیین موقعیت رأس زاویه. بطور مثال در شکل ۹-۱ سمت چپ (۵) شکستگی استخوان فمور با آنگولاسیون داخلی و سمت راست (۶) شکستگی تیبیا و فیولا با آنگولاسیون خلفی می‌باشد. گاهی برای جلوگیری از اشتباه، آنگولاسیون را برحسب وضعیت قطعه تحتانی مشخص می‌نمایند که در این صورت شکل سمت چپ را شکستگی ثلث میانی استخوان فمور با انحراف قطعه تحتانی به سمت خارج و شکل سمت راست را شکستگی ثلث میانی تیبیا و فیولا با انحراف قطعه تحتانی به سمت جلو توصیف می‌کنند.



شکل ۹-۱ وضعیت جابجایی قطعات شکسته

### علائم عمومی شکستگی

علائم شکستگی در لحظه ایجاد ضایعه یا کمی بعد از آن عبارتند از:

۱. حرکات غیرطبیعی (حرکات قابل مشاهده بین قطعات)
۲. احساس کریپیتوس (Crepitus): صدای تیز و ناهنجاری که مابین دو انتهای شکسته استخوان به‌نگام حرکت دادن قسمت آسیب دیده، احساس می‌شود.
۳. تغییر شکل، درد و اختلال عملکرد (فانکشن): این علائم ناشی از یک رفلکس محافظتی است که بمنظور نگهداشتن قطعات شکسته در محل خود فعال می‌شود.

عضلات فوراً دچار اسپاسم می‌شوند. برحسب میزان دامنه حرکتی انتها‌های استخوان، مقدار اسپاسم عضلات تغییر می‌یابد و به محض اینکه اندام ثابت شد و حرکت شروع گردید، اسپاسم از بین می‌رود. بنابراین علائم مذکور به ندرت در هنگام مراجعه بیمار به فیزیوتراپی دیده می‌شوند.

۴. تورم یا ادم: گاهی ورم اندام خیلی زیاد بوده و در منطقه وسیعی از اندام ضایعه دیده، گسترش می‌یابد. ممکن است ورم مدت‌ها وجود داشته باشد اما بطور طبیعی باید همزمان با جوش خوردن شکستگی به طور تدریجی کاهش یابد.

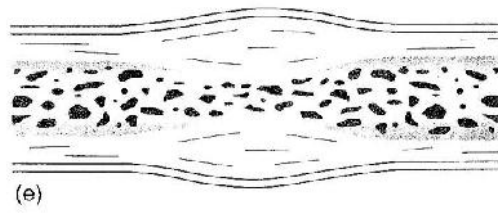
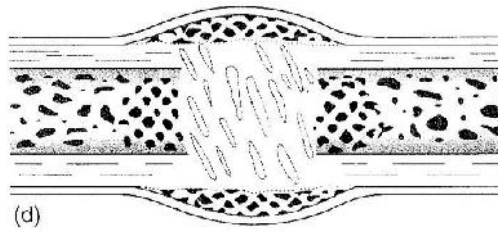
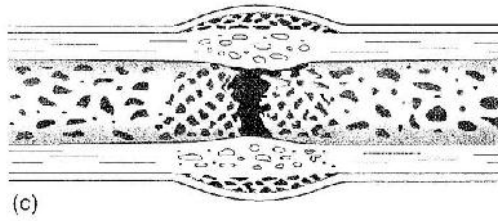
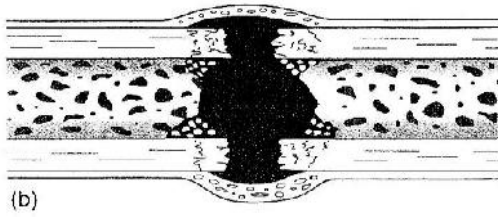
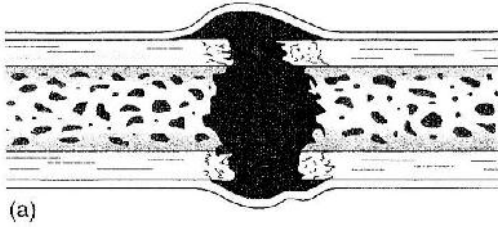
### ترمیم شکستگی‌ها

بلافاصله بعد از شکستن استخوان، التیام آغاز شده و به شرط وجود شرایط مساعد طی مراحل متعددی پیش می‌رود تا اینکه استخوان استحکام خود را باز یابد. شکل ترمیم برای تمام استخوان‌ها و در تمام شرایط ثابت نیست. ترمیم استخوان متراکم تفاوت زیادی با ترمیم استخوان اسفنجی دارد. شکل التیام در یک استخوان معین احتمالاً تحت تأثیر عواملی نظیر کیفیت تثبیت قطعات شکسته و فاصله این قطعات از یکدیگر می‌باشد.

### ترمیم استخوان متراکم

جوش خوردن استخوان متراکم را به منظور سهولت، می‌توان در پنج مرحله مورد بررسی قرار داد (شکل ۱۰-۱):

۱. مرحله خون‌ریزی یا هماتوم
  ۲. مرحله تکثیر سلول‌های زیر ضریع (پریوست) و آندوست
  ۳. مرحله تشکیل کال
  ۴. مرحله استحکام (Consolidation)
  ۵. مرحله شکل‌گیری مجدد (Remodeling)
- باید تأکید کرد که این مراحل بطور کامل از یکدیگر متمایز نیستند و دو یا چند مرحله ترمیم ممکن است به طور همزمان در قسمت‌های مختلف استخوان به چشم بخورند.



شکل ۱۰-۱: a: مرحله هماتوم؛ b: مرحله تکثیر سلول‌ها؛ c: مرحله کال؛ d: مرحله استحکام؛ e: مرحله شکل‌گیری مجدد.

### مرحله تشکیل هماتوم

وقتی استخوانی شکسته می‌شود، خون از عروق پاره شده به بیرون نشت کرده و هماتومی بین سطوح شکسته و اطراف آن تشکیل می‌گردد. اگر پریوست پاره شود، هماتوم بدرون بافت نرم اطراف رخنه نموده و کاملاً بوسیله عضلات، فاسیا و پوست محدود می‌گردد. شکستگی سبب پارگی اکثر مویرگ‌هایی که در طول استخوان متراکم وجود دارند شده و حلقه‌ای از استخوان که بلافاصله در مجاورت هر طرف شکستگی قرار دارد، بطول متغیری دچار کم خونی (ایسکمی) می‌شود. سلول‌های استخوانی (استئوسیت‌ها) که در نزدیکی سطوح قرار دارند، به علت محروم شدن از جریان خون می‌میرند.

### مرحله تکثیر سلول‌های زیر پریوست و آندوست\*

برجسته‌ترین خصوصیت مراحل اولیه ترمیم، تکثیر سلول‌هایی است که از سطح عمقی پریوست در نزدیکی شکستگی منشأ می‌گیرند. این سلول‌ها بافت فعالی را تشکیل می‌دهند که اطراف هر قطعه را می‌گیرد و به طرف قطعات دیگر رشد می‌کند. همزمان با تکثیر سلول‌های زیر پریوست در کانال مدولاری استخوان نیز فعالیت سلولی آغاز می‌گردد. در اینجا به نظر می‌رسد که سلول‌های در حال تکثیر از آندوست و بافت مغز استخوان هر قطعه شکسته منشأ می‌گیرند. این بافت نیز رشد کرده و پیش می‌رود تا با بافت مشابهی که از قطعه‌ای دیگر رشد می‌کند و پیش می‌آید برخورد کرده و با آن در آمیزد.

### مرحله تشکیل کال

همچنانکه بافت سلولی منشعب از هر قطعه شکسته به بلوغ می‌رسد، سلول‌های اصلی و اساسی باعث پیدایش استئوبلاست‌ها می‌گردند و در بعضی جاها کندروبلاست را که منشأ غضروف هستند، بوجود می‌آورند. استئوبلاست‌ها سبب تشکیل ماتریکس بین سلولی متشکل از کلاژن و پلی ساکارید می‌شوند که بعداً با رسوب املاح کلسیم منجر به پیدایش استخوان ناری می‌شود که کال شکستگی نام دارد. این استخوان نارس، براساس کیفیت ساختمانی اش استخوان بافته (Woven bone) نامیده می‌شود. پیدایش این پل استخوانی (استخوان بافته) سختی آشکاری به شکستگی می‌دهد. وقتی شکستگی در یک استخوان سطحی باشد، وجود کال را می‌توان بصورت توده سفیدی در اطراف شکستگی لمس نمود. توده کال یا استخوان بافته را در رادیوگرافی نیز می‌توان مشاهده نمود و وجود آن اولین نشانه رادیولوژیک دال بر جوش خوردن استخوان است.

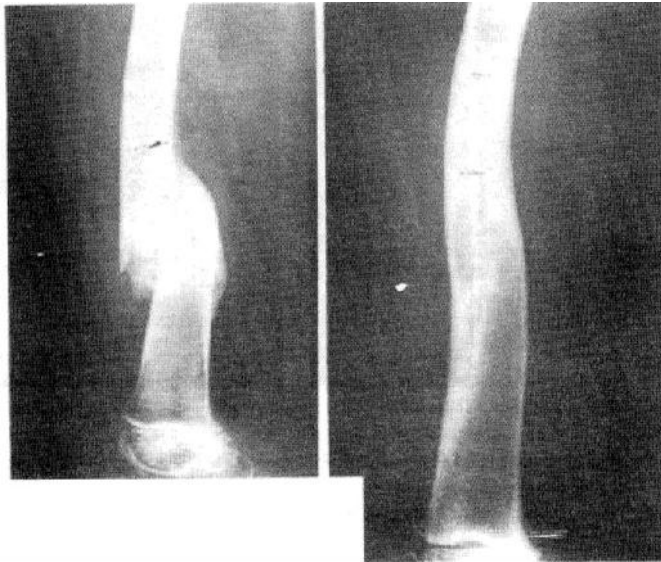
\* آندوست: لایه نازکی که کانال مدولاری استخوان‌های بلند را می‌پوشاند.

### مرحله استحکام

استخوان بافته که کال اولیه را تشکیل می‌دهد، تدریجاً در اثر فعالیت استئوبلاست‌ها به استخوان بالغ و رسیده‌تری تبدیل می‌شود که ساختمان تیغه‌ای تپیکی دارد.

### مرحله شکل‌گیری مجدد

هنگامی که جوش خوردن کامل می‌شود، استخوان تازه تشکیل شده به صورت یقه‌ای استخوان را احاطه می‌کند و کانال مدولاری (مجرای مغز استخوان) را مسدود می‌سازد. اندازه این توده از موردی به مورد دیگر فرق می‌کند. اگر مقدار زیادی پریوست کنده شده باشد، اگر هماتوم شکستگی بزرگ باشد و بالاخره اگر جابجایی قابل ملاحظه بین قطعات شکسته وجود داشته باشد، کال تشکیل شده بزرگ خواهد بود. هنگامی که قطعات استخوان ارتباط آناتومیک صحیح خود را حفظ کرده باشند و بخصوص زمانی که این قطعات توسط پیچ و پلاک و یا میله داخل کانالی (ایترامدولاری) بصورتی محکم ثابت (فیکس) شده باشند، اندازه کال تشکیل شده کوچک است. چندین ماه بعد از جوش خوردن، از حجم استخوان اضافه به آهستگی کاسته می‌شود و استخوان در طول خطوط استرس به تدریج قدرت بیشتری می‌یابد (شکل ۱۱-۱).



شکل ۱۱-۱ شکل‌گیری مجدد ( شکل راست) شکستگی استخوان فمور کودک ۷ ساله بعد از یک سال



## ترمیم استخوان اسفنجی

جوش خوردن استخوان اسفنجی شکلی متفاوت از جوش خوردن استخوان متراکم دارد. از آنجا که استخوان، ساختمان اسفنجی یک دستی دارد و دارای کانال مدولاری نیست، تماس بین قطعات شکسته بیش از آن چیزی است که در استخوان‌های متراکم دیده می‌شود و شبکه باز تراپکول‌ها باعث سهولت نفوذ بافت مولد استخوان می‌گردد. جوش خوردگی مستقیماً بین سطوح استخوان صورت می‌گیرد و لازم نیست مانند آنچه که در مورد استخوان متراکم دیده می‌شود، از طریق کال خارجی و کال آندوستئال صورت گیرد.

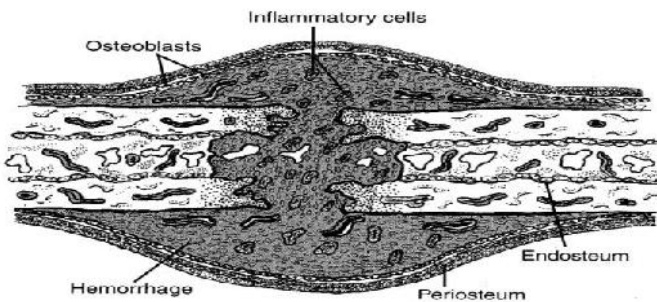
اولین مرحله التیام تشکیل هماتومی است که عروق جدید و سلول‌های استخوان ساز در حال تکثیر منشعب از سطوح شکستگی به داخل آن نفوذ می‌کنند و با بافت مشابهی که از قطعه مقابل رشد می‌کند و پیش می‌آید ترکیب می‌شوند. بعداً استئوبلاست‌ها سبب تشکیل ماتریکس بین سلولی می‌شوند که آن هم کلسیفیه شده و استخوان بافته را به وجود می‌آورد.

در یک دیدگاه کلی می‌توان سه مرحله اصلی زیر را برای جوش خوردن شکستگی قائل شد (جدول ۱-۱):

- الف) فاز التهابی که حدوداً ۱۰٪ از کل روند ترمیم را شامل می‌شود
- ب) فاز ترمیمی که حدوداً ۴۰٪ از کل روند ترمیم را شامل می‌شود
- ج) فاز شکل‌گیری مجدد که حدوداً ۵۰٪ از کل روند ترمیم را شامل می‌شود

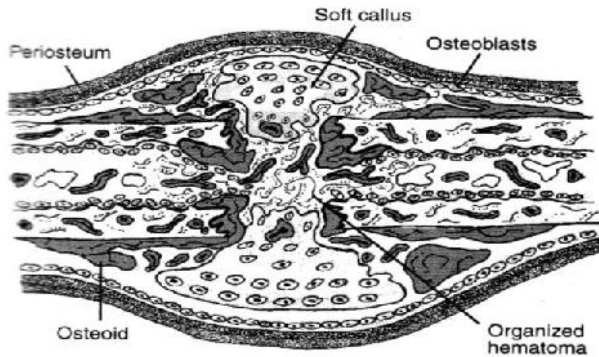
طول هر مرحله متفاوت بوده و به محل و شدت شکستگی، وجود ضایعات همراه و سن بیمار بستگی دارد.

فاز التهابی ۱-۲ هفته طول می‌کشد. در ابتدا شکستگی یک واکنش التهابی دارد. سلول‌های التهابی شامل نوتروفیل‌ها، ماکروفاژها و فاگوسیت‌ها به‌مراه استئوکلاست‌ها، بافت مرده (نکروتیک) را از بین می‌برند تا زمینه برای فاز ترمیمی مهیا شود. از لحاظ رادیوگرافی، خط شکستگی در این مرحله مشخص‌تر می‌شود زیرا بافت مرده برداشته می‌شود (شکل ۱-۱۲)

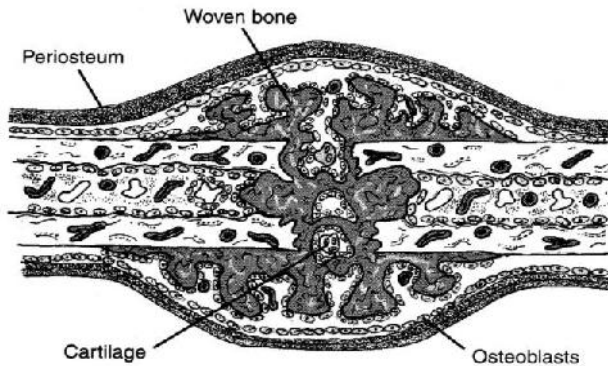


شکل ۱-۱۲ فاز التهابی ترمیم استخوان

فاز ترمیمی معمولاً چندین ماه طول می‌کشد. این فاز با تمایز سلول‌های مزانشیمی چند خاصیتی مشخص می‌شود. در این مرحله با هجوم کوندرو بلاست‌ها و فیبروبلاست‌ها ابتدا یک کال نرم شکل می‌گیرد که عمدتاً از بافت رشته‌ای (فیبروس)، غضروف و مقادیر کمی استخوان تشکیل شده است. سپس استئوبلاست‌ها عهده‌دار رسوب نمک‌های معدنی (مینرالیزاسیون) در این کال نرم و تبدیل آن به کال سخت استخوان بافته و در نتیجه افزایش ثبات شکستگی می‌شوند. این استخوان نابالغ بوده و در برابر گشتاورها ضعیف می‌باشد، بنابراین نمی‌تواند در معرض استرس قرار گیرد. تأخیر در جوش خوردن و بد جوش خوردن از خطا در این فاز ترمیمی ناشی می‌شود. تکمیل فاز ترمیمی دلالت بر استحکام شکستگی دارد. از لحاظ رادیوگرافی، خط شکستگی شروع به ناپدید شدن می‌نماید (شکل‌های ۱-۱۳ و ۱-۱۴)

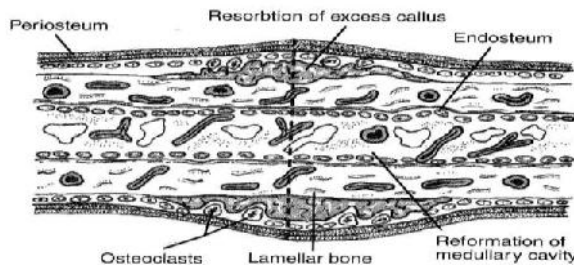


شکل ۱-۱۳ تشکیل کال نرم در فاز ترمیمی



شکل ۱-۱۴ تشکیل کال سخت در فاز ترمیمی

تکمیل فاز شکل‌گیری مجدد ماه‌ها تا سال‌ها طول می‌کشد. در این فاز فعالیت استئوبلاست‌ها و استئوکلاست‌ها سبب می‌شود تا استخوان بالغ و تیغه‌ای سازمان یافته، جایگزین استخوان بافته نابالغ و سازمان نیافته شود. استخوان جدید استحکام بیشتری به محل شکستگی می‌دهد. در طول زمان، کانال مغز استخوان بتدریج شکل‌گیری مجدد می‌شود به این صورت که در سطوح محدب جذب استخوان و در سطوح مقعر تشکیل استخوان را داریم. این روند اجازه مقداری اصلاح در تغییر شکل‌های زاویه‌ای (و نه تغییر شکل‌های چرخشی) را می‌دهد. از لحاظ رادیوگرافی، خط شکستگی دیگر دیده نمی‌شود (شکل ۱۵-۱)



شکل ۱۵-۱ فاز شکل‌گیری مجدد

جدول ۱-۱ مراحل ترمیم (جوش خوردن) استخوان

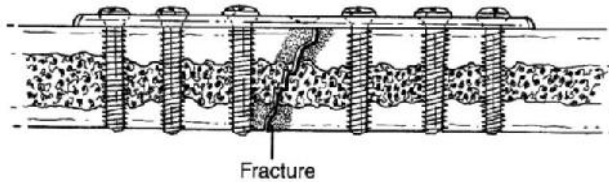
فاز	زمان	مرحله جوش خوردن	درصد فعالیت اصلی	قدرت* (۰-۴)	عملکرد
التهابی	چند روز	۱۰٪	دبریدمان استخوان، عکس‌العمل التهابی و فعالیت استئوکلاستیک، آزاد شدن عوامل رشد، chemotaxis عروق خونی و سلول‌های استخوانی	۰	کاملاً محدود شده است
ترمیمی	چند هفته تا چند ماه	۴۰٪	کال نرم: بافت رشته‌ای، غضروف و مقدار کمی استخوان	۱-۲	محدود شده است
			کال سخت: استخوان بافته، بافتی که توانایی تغییر شکل دارد جای خود را به بافتی که از لحاظ مکانیکی مقاوم‌تر است می‌دهد.	۳	بهبود یافته است
شکل‌گیری مجدد	چند سال	۷۰٪	تشکیل استخوان تیغه‌ای، جذب کال اضافه، فعالیت استئوبلاست‌ها و استئوکلاست‌ها، شکل‌گیری مجدد کانال مدولاری	۴	نزدیک طبیعی است

\* قدرت ۴ بیشترین مقدار است

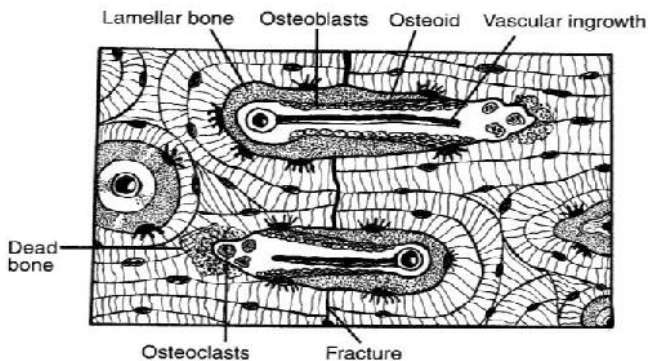
- جوش خوردن استخوان را می‌توان بر اساس نوع تثبیت به دو دسته تقسیم نمود:
۱. اولیه که در حضور تثبیت محکم (rigid) صورت می‌گیرد.
  ۲. ثانویه که در غیاب تثبیت محکم صورت می‌گیرد.

### ترمیم اولیه

این ترمیم با تماس مستقیم و بسیار نزدیک بین قطعات شکسته صورت می‌گیرد. استخوان جدید مستقیماً در بین دو انتهای بهم فشرده قطعات شکسته رشد می‌کند تا شکستگی را جوش دهد. ترمیم اولیه استخوان کورتیکال بسیار آهسته است و نمی‌تواند بین قطعات شکسته پل استخوانی (کال) ایجاد نماید. لذا در رادیوگرافی شواهدی مبنی بر وجود کال دیده نمی‌شود. معمولاً این ترمیم ۲ هفته بعد از زمان ضایعه صورت می‌گیرد و تنها روشی از جوش خوردن است که با تثبیت فشرده محکم (rigid compression) محل شکستگی صورت می‌گیرد. این تثبیت محکم نیاز به تماس مستقیم استخوان‌های کورتیکال شکسته و عروق داخل مدولاری سالم دارد. روند ترمیم عمدتاً به جذب استخوان توسط استئوکلاست‌ها و تشکیل استخوان جدید توسط استئوبلاست‌ها بستگی دارد (شکل‌های ۱-۱۶ و ۱۷-۱)



شکل ۱-۱۶ ترمیم اولیه استخوان در تثبیت فشرده محکم با پلاک



شکل ۱-۱۷ نمای میکروسکوپی ترمیم اولیه استخوان

### ترمیم ثانویه

این ترمیم شامل رسوب نمک‌های معدنی (مینرالیزاسیون) و استخوانی شدن ماتریکس غضروفی و شواهد رادیوگرافیک مبنی بر تشکیل کال است. هرچه حرکت در محل شکستگی بیشتر باشد، میزان کال بیشتر خواهد بود. این پل استخوانی خارجی\* با اضافه کردن به پهنای استخوان سبب افزایش ثبات محل شکستگی می‌شود. این ترمیم در موارد استفاده از گچ، ثبات دهنده خارجی و میله داخل کانالی صورت گرفته و رایج‌ترین نوع ترمیم استخوان است.

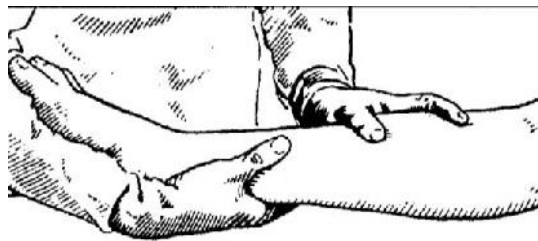
### تست‌های جوش خوردن استخوان

در مرحله معینی از درمان شکستگی، ضروری است تا از جوش خوردن استخوان اطمینان حاصل نماییم. به این منظور از جمع‌بندی شواهد بالینی و رادیولوژیک استفاده می‌شود.

### تست‌های بالینی جوش خوردن شکستگی

سه تست بالینی برای تشخیص جوش خوردن وجود دارد:

۱. بررسی حرکت بین قطعات شکسته
۲. بررسی حساسیت (تندرns) در لمس محکم ناحیه شکسته
۳. بررسی درد بیمار. بویژه تعیین اینکه آیا درد با وزن اندازی توسط اندام [weight bearing (WB)]، بلند کردن اجسام و یا دامنه حرکتی مفصل ارتباط دارد یا خیر. در صورت جوش خوردن شکستگی، زمانی که فشار زاویه‌داری به محل شکستگی اعمال می‌شود، نباید درد وجود داشته باشد.



شکل ۱-۱۸ تست جوش خوردن استخوان بعد از شکستگی تیبیا

\* کال استخوانی که در اطراف استخوان تشکیل می‌شود را کال خارجی گویند. کال داخلی، کالی است که در قسمت داخلی و در مغز استخوان بوجود می‌آید.

بطور کلی نبود حرکت و تندرns در محل شکستگی دلالت بر جوش خوردن استخوان شکسته دارد، در حالیکه وجود حرکت با یا بدون وجود تندرns دلالت بر جوش نخوردن استخوان دارد. بیمار باید حین فعالیت‌های عملکردی (از جمله وزن اندازی) ارزیابی شود تا وجود هرگونه درد، ناراحتی یا بی‌ثباتی بررسی شود. ممکن است بیمار علی‌رغم جوش خوردن محل شکستگی به علت سفتی مفصل و عدم استفاده از اندام مبتلا درد موضعی در محل داشته باشد. تست‌های بالینی در کنار یکدیگر قابل اعتماد هستند اما همیشه باید آن‌ها را توسط کلیشه‌های رادیوگرافی تأیید نمود.

### معیارهای رادیولوژیک جوش خوردن

دو معیار رادیولوژیک برای تأیید جوش خوردن استخوان وجود دارد:

۱. کال قابل رؤیت که بر روی محل شکستگی پل زده و با هر دو قطعه شکسته ترکیب شده است

۲. تداوم تراپکول‌های استخوانی در محل شکستگی

از این دو ویژگی، کال قابل رؤیت معمولاً زودتر ظاهر شده و قابل اعتمادتر است. تداوم تراپکول‌ها در محل شکستگی نشانه جوش خوردن کامل است. گاهی رویهم قرار گرفتن سایه رادیوگرافیک دو قطعه شکسته ممکن است تصویر کاذبی از تداوم تراپکولی در محل شکستگی بوجود آورد زمانی که در واقع هنوز تداوم تراپکولی وجود ندارد. بنابراین در معیار رادیولوژیک، شکستگی زمانی جوش خورده است که خط شکستگی محو یا کم‌رنگ شده باشد. برخی مواقع یافته‌های بالینی و یافته‌های رادیوگرافی بیمار با هم تطبیق نمی‌کند. به عنوان مثال نبود درد و تندرns در محل شکستگی به‌مراه وجود خط شکستگی در رادیوگرافی دلالت بر تشکیل بافت رشته‌ای (فیبروس) دارد. در این موارد با استفاده از ابزارهای دیگر نظیر اسکن استخوان، سی تی اسکن (CT scan) یا تصویر تقویت شده مغناطیسی (MRI) می‌توان در تشخیص این که آیا شکستگی جوش خورده است یا خیر کمک گرفت.

### سرعت جوش خوردن

زمان لازم برای جوش خوردن شکستگی چنان متغیر است که نمی‌توان قاعده و قانون ثابتی برای آن وضع کرد. در کودکان کم سن و سال جوش خوردن تقریباً همیشه به سرعت انجام می‌گیرد، کال اغلب بعد از دو هفته در رادیوگرافی دیده می‌شود و استخوان در عرض چهار تا شش هفته استحکام می‌یابد.