((بسمه تعالی))

ویژگی‌های قدرت (Strength Qualities)

تهیه و تدوین: مهدی چراغی

بخش بیومکانیک ورزشی

مرکز سنجش و توسعهٔ قابلیت‌های جسمانی

آکادمی ملی المپیک و پارالمپیک

بهمن ۸۷

N.O.P.A.I.R.IRAN

قدرت (نیرو):

تعریف: قدرت توانایی سیستم عصبی – عضلانی برای تولید نیرو در برابر مقاومت خارجی می‌باشد.

قدرت بیشینه به دو صورت انقباض ارادی MVC[1] و تحریک الکتریکی AMC[2] بدست می‌آید. در حین انقباض ایزومتریکی ارادی بیشینه، افراد سالم می‌توانند تنها (٪۹۰ –۸۰) ظرفیت تولید نیروی عضلات را بکار گیرند. اندازه‌گیری قدرت بیشینه به صورت ایزومتریک و یا یک تکرار بیشینه (1RM) با سطح برانگیختگی ورزشکار ارتباط قوی دارد به‌طوریکه بر این اساس قدرت به دو نوع Tmax و Cmax تقسیم بندی شده است که Tmax قدرت بیشینه در حین تمرین و Cmax، قدرت بیشینه در حین مسابقه می‌باشد که دیده شده وزنه‌برداران نخبه در شرایط مسابقه حدود ٪۱۲ بیشتر از شرایط تمرین رکورد می‌زنند.

شکل: Usain Bolt، دونده سرعتی به مقادیر توسعه یافته هر دو قدرت آغازین و قدرت انفجاری نیاز دارد.

تجزیه و تحلیل منحنی‌های نیرو- زمان به‌طور گسترده‌ای جهت ارزیابی عملکرد عصبی- عضلانی استفاده شده‌اند. چراکه ویژگی‌های منحنی نیرو- زمان ایزومتریکی، به‌طور معناداری با عملکرد پویا[3] (1RM ، پریدن‌ها) مربوط می‌باشند. ویژگی‌های منحنی نیرو- زمان شامل: نرخ توسعه نیرو[4](RFD) در فواصل زمانی مختلف، اوج نرخ توسعه نیرو[1](PRFD) و

[1] Maximal Voluntary Contraction
[2] Activated Muscle Contraction
[3] Dynamic Performance
[4] Rate of Force Development

بیشترین نیروی[2] (قدرت بیشینه یاPF) تولید شده می‌باشند. به‌طوریکه نرخ توسعه نیرو در ابتدای انقباض عضلانی (۳۰ ms) را قدرت آغازین[3] و اوج نرخ توسعه نیرو (بیشترین شیب منحنی) در ادامه انقباض (بین ۲۰۰-۳۰ ms) را قدرت انفجاری[4] می‌نامند.

RFD[1]:

تعریف: نرخ توسعهٔ نیرو، تغییرات نیرو تقسیم بر تغییرات زمان (Δforce/ Δtime) می‌باشد. RFD تحت تأثیر عواملی نظیر سطح فعال سازی عصبی، حجم عضله، ترکیب نوع تار عضلانی (محتوای نسبی تارهای نوع II ایزو فرم‌های زنجیره سنگین میوزین[5](MHC))، سختی تاندون[6] و دما می‌باشد.

از آنجایی که تمرین قدرتی‌سرعتی[7] ورزشکاران دارای سابقه وزنه تمرینی منجر به افزایش RFD و توان می‌شود، اندازه‌گیری متغیرهایی نظیر RFD می‌تواند ابزاری جهت ارزیابی، برنامه‌ریزی برنامهٔ تمرینی ورزشکاران نخبه باشد.در برخی از رشته‌های ورزشی (شاید اکثر آن‌ها)، می‌توان گفت که RFD در مقایسه با قدرت بیشینه به همان اندازه با اهمیت و یا حتی اهمیت بیشتری دارد. بنابراین، RFD ویژگی مهمی جهت اندازه‌گیری می‌باشد.

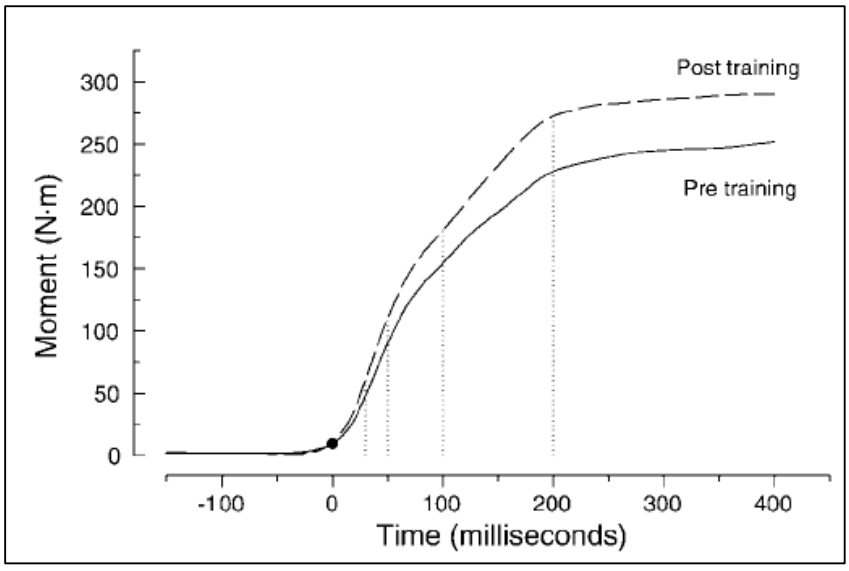
شکل: محمد عاکفیان، دونده سرعتی حین استارت که به مقادیر بالای RFD و توان نیاز دارد.

[1] Peak Rate of Force Development
[2] Peak Force or Maximum Strength
[3] Starting strength
[4] Explosive strength
[5] Myosin heavy chain
[6] Tendon stiffness
[7] Speed- Strength

در بررسی رابطهٔ متغیرهای منحنی نیرو- زمان در آزمون قدرت بیشینه ایزومتریک با عملکرد پویا (یک تکرار بیشینه، پریدن‌ها) درنظر گرفتن دو عامل زاویهٔ مفصل (وضعیت بدن) و بار خارجی[1] در حرکت پویا مهم می‌باشند.

ارزیابی ویژگی‌های قدرت نظیر نیروی بیشینه PF[2] (قدرت بیشینه) و اوج نرخ توسعه نیرو[3] (PRFD) برای هدف‌های مختلف نظیر الف) شناسایی ویژگی‌های مهم قدرت برای رشتهٔ ورزشی مورد نظر ب) نظارت بر سازگاری‌های تمرین ج) تشخیص مرضی قدرت (ضعف و نامتعادل بودن عضلات) و د) استعدادیابی ضروری می‌باشد.

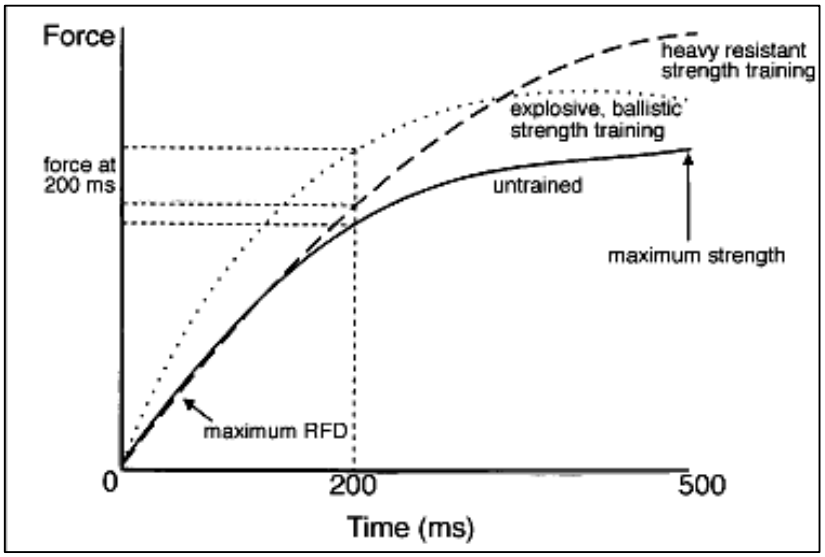
شکل زیر نمودار تغییرات گشتاور (نیروی گردشی) ایزومتریکی بر حسب زمان در حرکت باز کردن زانوی پای راست را برای افراد سالم قبل و پس از ١٤ هفته وزنه تمرینی نشان می‌دهد. دایرهٔ سیاه کوچک شروع انقباض را نشان می‌دهد. و اولین خط عمودی زمان ۳۰ ms شروع انقباض سریع را نشان می‌دهد. همانطور که مشاهده می‌شود گشتاور اوج ایزومتریک از تمرین افزایش یافته است. همچنین ثبت نمودار در ابتدای انقباض بیشتر شده است که نشان از افزایش معنی‌دار در RFD در زمان‌های آغازین (۵۰ ms و۳۰) و ادامه (۲۰۰ ms و۱۰۰) می‌باشد.



[1] External load
[2] Peak Force
[3] Peak rate of force development

پارامتر RFD اهمیت عملکردی قابل ملاحظه‌ای در انقباض عضلانی در حرکات ورزشی دارد. برای مثال حرکات سریع ورزشی نظیر دوی سرعت، کاراته، بوکس، شمشیربازی، دوچرخه-سواری، پریدن و حفظ تعادل قامت در زندگی روزانه شامل زمان‌های انقباض ۲۵۰-۵۰ میلی‌ثانیه می‌شوند، در مقابل معمولاً رسیدن به قدرت بیشینه در اکثر عضلات انسان زمانی بیشتر از ۵۰۰ میلی‌ثانیه طول می‌کشد. بنابراین، در حین حرکات سریع ورزشی، زمان کوتاه انقباض (۱۰۰ تا ۲۰۰ میلی‌ثانیه ابتدای انقباض) اجازهٔ رسیدن به قدرت بیشینه را نمی دهد که از این رو RFD در حرکات ورزشی اهمیت ویژه‌ای دارد. از آنجایی که تمرین قدرتی‌سرعتی[1] ورزشکاران دارای سابقهٔ وزنه تمرینی منجر به افزایش RFD و توان می‌شود، اندازه‌گیری متغیرهایی نظیر RFD می‌تواند ابزاری جهت ارزیابی، برنامه‌ریزی برنامهٔ تمرینی ورزشکاران نخبه باشد.

شکل زیر نیز تغییرات منحنی نیرو-زمان ایزومتریکی را با مشخص نمودن متغیرهای قدرت بیشینه، بیشترین نرخ توسعهٔ نیرو و نیرو در زمان ۲۰۰ میلی ثانیه را برای سه گروه غیر ورزشکاران، ورزشکاران دارای سابقهٔ تمرینات قدرتی سنگین و ورزشکاران با سابقه تمرینات سرعتی- قدرتی را نشان می‌دهد.

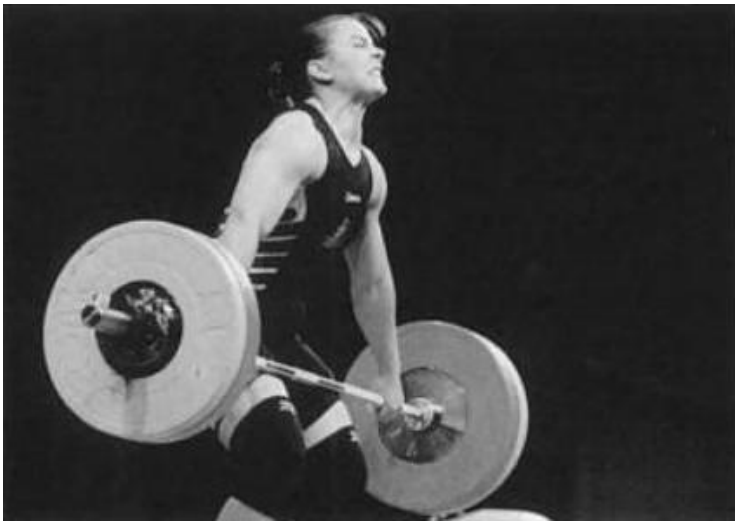


[1] Speed- Strength

توان:

تعریف: توان نرخ انجام کار و به عبارتی تولید انفجاری نیرو می‌باشد. توانایی تولید توان زیاد عاملی تعیین کننده در موفقیت ورزشکاران در اکثر رشته‌های ورزشی محسوب می‌گردد. بیشترین توان تولیدی به‌طور کلی با قدرت بیشینه یا تولید نیروی بیشینه مربوط می‌باشد البته تا اندازه‌ای متفاوت .بوده و کاملاً به قدرت بیشینه وابسته نیست.

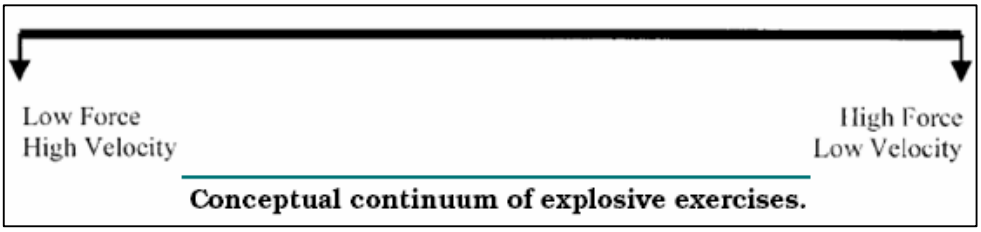
به‌کارگیری روش‌های تمرین مقاومتی شامل حرکات انفجاری[1] می‌تواند توانایی ورزشکار را در تولید توان زیاد افزایش دهد. حرکات انفجاری به‌طور کلی از نرخ توسعه نیرو[2] (RFD) در سطح بیشینه یا نزدیک بیشینه استفاده کرده که توانایی ورزشکار را جهت تولید نرخ‌های شتاب زیاد تقویت می‌کند. بسیاری از مطالعات و بازنگری‌ها شواهد و دلایل منطقی‌ای را برای کاربرد حرکات انفجاری گزارش کرده‌اند.



شکل: بسیاری از ورزشها به توان و سرعت توسعه‌یافته توسط حرکات پایه در وزنه برداری نیاز دارند.

حرکات انفجاری توسط حرکات دارای نیروی زیاد به‌همراه سرعت زیاد شناخته می‌شوند. به‌طور کلی، ما می‌توانیم حرکت انفجاری را حرکتی که دارای نرخ توسعه نیروی ابتدایی بیشینه یا نزدیک بیشینه است تعریف کنیم که در سراسر دامنه حرکتی مشخص حفظ می‌شود. این نوع از حرکات توسط آغاز سریع تولید نیرو مشخص می‌گردنند و بر روی شتاب‌گیری حرکت تمرکز می‌کنند که منجر به سرعت‌های حرکت بیشینه یا نزدیک بیشینه در هر مقاومت معینی می‌شوند. بنابراین گسترهٔ مفهومی‌ای از حرکت انفجاری می‌تواند به شکل زیر باشد.

[1] Explosive exercise
[2] Rate of Force Development



Conceptual continuum of explosive exercises.

با توجه به گسترهٔ مفهومی حرکات انفجاری جهت تمرین توان و روش‌های تمرینی وابسته به آن سازگاری‌های متفاوتی رخ می‌دهد. نوعاً، تمرین مقاومتی سرعت-کم/ نیرو- زیاد که معمولاً درشدت‌های ٪۸۰ یا بیشتر انجام می‌گیرد که می‌تواند به‌طور قابل توجهی باعث افزایش قدرت بیشینه، توان و سرعت در مقایسه با بارهای سبک‌تر شود. این سازگاری‌ها می‌تواند توسط کاربرد سطوح بالای نیرو و نیت آگاهانه اجرای سریع حرکات تقویت شود، اگرچه، اگر این نوع تمرین با مقاومت زیاد برای دوره‌های طولانی مدت (ماه‌ها تا سال‌ها) نرخ توسعهٔ نیرو و توان را کاهش می‌دهد.

کاربرد حرکات سرعت- زیاد/ نیرو- کم نیز می‌تواند باعث افزایش توان شود. زمانی که این نوع تمرین با حرکات پریدنی و اسکات در ٪۳۰ قدرت بیشینه ایزومتریک انجام می‌شود باعث دست آوردهای بیشتری در ورزش‌هایی که بر سرعت یا توان تکیه دارند می‌شود. افزایش سرعت و توان در این نوع تمرین (سرعت- زیاد/ نیرو- کم) را به هماهنگی درون عضلانی و بین عضلانی نسبت می‌دهند. به هر حال، اگر ورزشکاران تنها حرکات سرعت- زیاد/ نیرو- کم را در تمرین به-کار گیرند، سطوح قدرت بیشینه آنها توسعه نمی‌یابد.

مطالعات نشان داده است که ترکیب حرکات نیرو- زیاد/ سرعت- کم و سپس تمرین نیرو- کم/ سرعت- زیاد باعث تولید بهینهٔ توان می‌شود. که پیشنهاد می‌کند توسعهٔ قدرت بیشینه می‌تواند توان را در ابتدای برنامهٔ تمرینی افزایش دهد و سپس انحرافی به سمت تولید توان بیشتر در برنامهٔ تمرینی لازم است. این نوع انحراف یکی از مبانی اصلی نظریهٔ زمان‌بندی تمرین می‌باشد.
مطالعات نشان می‌دهد که بیشترین توان در حین حرکات وزنه‌برداری تولید می‌شود (شکل زیر). حرکات انفجاری به‌کار رفته در وزنه‌برداری به‌طور ویژه شامل یک‌ضرب[1]، Clean، حرکات کشیدنی[2] و حرکات متنوع قیچی[3] می‌باشد. به‌طور واضحی، حرکات وزنه‌برداری (Clean & Jerk, Snatch) بیشترین مقادیر میانگین توان در انسان را تولید می‌کنند. از آنجایی که این حرکات باعث تحریک ظرفیت‌های تولید توان می‌شوند، بسیاری پیشنهاد می‌کنند که این

[1] Snatch
[2] Pulling motions
[3] Jerk

حرکات انفجاری می‌توانند باعث دست آوردهای قابل ملاحظه‌ای در دیگر ورزش‌های توانی قدرتی شوند. این پیشنهاد از این عقیده ناشی می‌شود که این حرکات باعث تولید الگوهای حرکتی، ویژگی‌های سرعت و توان می‌شوند که مشابه با بسیاری از اجراهای ورزشی دیگر ورزش‌ها می‌باشند.

Exercise Power Outputs

Exercise	Absolute Power (W)	
	100-kg male	75-kg female
Jerk	5,400	2,600
Snatch	3,000	1,750
Clean	2,950	1,750
Deadlift	1,100	
Squat	1,100	
Bench press	300	

حرکات انفجاری وزنه‌برداری هر دو قدرت آغازین و قدرت انفجاری که مربوط به نرخ توسعه نیرو می‌باشند را توسعه می‌دهند. به‌طوریکه قدرت آغازین توانایی توسعهٔ بیشترین نیروی ممکن در ابتدای انقباض عضلانی (۳۰ ms) و قدرت انفجاری توانایی بیشترین نرخ توسعه نیرو در ادامه انقباض (بین ۲۰۰ ms–۳۰) می‌باشد.

همچنین حرکات انفجاری مشتق شده از وزنه‌برداری (شکل زیر) ابزار ایمن و بی‌خطری برای بهبود عملکرد ورزشی به نظر می‌رسند و حتی آسیب در وزنه‌برداران حرفه‌ای به‌طور اساسی از ژیمناست‌ها، فوتبالیست‌ها و بسکتبالیست‌ها کمتر بوده و زمان بهبودی و بازگشت آنها به تمرین نیز بسیار کوتاهتر می‌باشد. ایمنی حرکات می‌تواند از طریق آموزش صحیح تکنیک، پیشرفت تدریجی در آن، اجرای تکنیک در شرایط کنترل شده و نظارت یک مربی باتجربه به بیشترین مقدار برسد.

Types of Explosive Exercises

- Snatch
- Clean
- Pulls
- Jump squats
- Speed squats
- Jerks (push and split)

همانطور که گفته شد حرکات انفجاری وزنه‌برداری تقریباً از بهترین روش‌های توسعه توان برای هر رشته ورزشی می‌باشند. مزایای این نوع تمرین شامل جلوگیری از آسیب، افزایش عملکرد، پایداری تنه[1]، توان انفجاری، سرعت حرکات، تعادل، هماهنگی، چابکی، انعطاف پذیری و هوشیاری حرکتی[2] و استفاده اقتصادی از زمان به عنوان حرکتی کلی (پایین تنه و بالا تنه) می‌باشند. از آنجایی که هدف اصلی پیشرفت و توسعهٔ ورزشکاران می‌باشد و نه پرورش وزنه‌برداران، توسعهٔ تعادل و هماهنگی زیاد درست به اندازهٔ توسعه توان برای موفقیت ورزشکاران مهم می‌باشد. با توجه به این مطلب انجام حرکات انفجاری وزنه‌برداری توسط دمبل (علاوه بر تمرینات با هالتر) ابعاد دیگری را به برنامهٔ تمرینی به همراه برخی مزایای ویژه اضافه می‌کند که شامل: تعادل و هماهنگی بیشتر در مقایسه با حرکات با هالتر، تنوع تمرینی، ویژه بودن[3] بیشتر حرکات با توانایی انجام حرکات یک‌طرفه[4]، کنترل عضلانی و هوشیاری حرکتی بیشتر، افزایش بکارگیری عضلات ثابت کننده (افزایش ثبات مفصل) و دامنهٔ حرکتی بیشتر می‌باشند.

[1] Core stability
[2] Kinesthetic awareness
[3] Specification
[4] Unilateral movement

برخی مباحث تکمیلی

گرم کردن مناسب جهت آزمون‌های یک تکرار بیشینه (1RM):

✓ گرم کردن مناسب برای حرکات اسکات و پرس‌سینه به‌شکل زیر می‌باشند:

Set	Repetitions	%1RM	Rest
1	10	30	2 min
2	7	50	2 min
3	4	70	3 min
4	1	90	3 min

- توجه: درصد تکرار بیشینه در مراحل گرم کردن بر اساس تخمین ورزشکار می‌باشد.
- پس از مرحله چهارم هر ورزشکار فرصت ۳ ست تکرار بیشینه با فواصل استراحت ٤ دقیقه‌ای دارد.

✓ گرم کردن مناسب برای حرکات عمومی (ترکیب پایین‌تنه و بالاتنه) مانند power clean:

Set	Repetitions	%1RM	Rest
1&2	5	60	2 min
3	3	80	3 min
4	1	90	4 min

- پس از مرحله چهارم هر ورزشکار فرصت ۳ ست تکرار بیشینه با فواصل استراحت ۵ دقیقه‌ای دارد.
- اجرای ورزشکار زمانی قابل قبول می‌باشد که ورزشکار پس از اجرای صحیح بتواند هالتر را به مدت ۵ ثانیه نگاه دارد.

اختصاص متغیرهای تمرین قدرتی بر اساس هدف‌های تمرینی(جدول زیر):

Training goal	Load%1RM	Repetition	sets	Rest	Tempo*
Muscular endurance	≤ 67	≥ 12	2-3	≤ 30Sec	Slow
Hypertrophy	67-85	6-12	3-6	30-90 Sec	Moderate♣
Muscular strength	≥ 85	≤ 6	2-6	2-5 Min	Moderate
Power	30-80	1-6	3-6	3-5 Min	As fast as possible

* Tempo به معنی سرعت یا آهنگ انجام حرکات می‌باشد.

♣ توجه: سرعت حرکات در تمرینات هایپرتروفی می‌باید نسبت ۲ به ٤ داشته باشد. به‌طوریکه فاز درونگرا (Concentric)حرکت حدود ۲ ثانیه و فاز برونگرا (Eccentric) حدود ٤ ثانیه طول بکشد.

فواصل پیشنهادی تمرین به استراحت جهت توسعه سیستم‌های انرژی			
نسبت تمرین به استراحت	**زمان تمرین**	**سیستم انرژی غالب**	**درصد توان بیشینه**
۱:۲۰–۱:۱۲	۱۰– ۵ ثانیه	فسفاژن	۱۰۰–۹۰
۱:۵–۱:۳	۳۰– ۱۵ ثانیه	گلیکولیز سریع (لاکتات)	۹۰–۷۵
۱:٤–۱:۳	۱۸۰– ٦۰ ثانیه	گلیکولیز سریع + متابولسیم هوازی	۷۵–۳۰
۱:۳–۱:۱	۱۸۰< ثانیه	متابولیسم هوازی	۳۵–۲۰

تخمین 1RM

Percent of 1RM-Repetitions Relationship	
%1RM	Estimated number of repetitions
100	1
95	2
93	3
90	4
87	5
85	6
83	7
80	8
77	9
75	10
70	11
67	12
65	15

مثال:

اگر ورزشکاری در حرکتی (در اینجا پرس سینه) نتواند بیشتر از ۵ تکرار یا همان ۵ تکرار بیشینه وزنه ۹۵ کیلوگرمی را انجام دهد تخمین 1RM با توجه به جدول بالا به شکل زیر است:

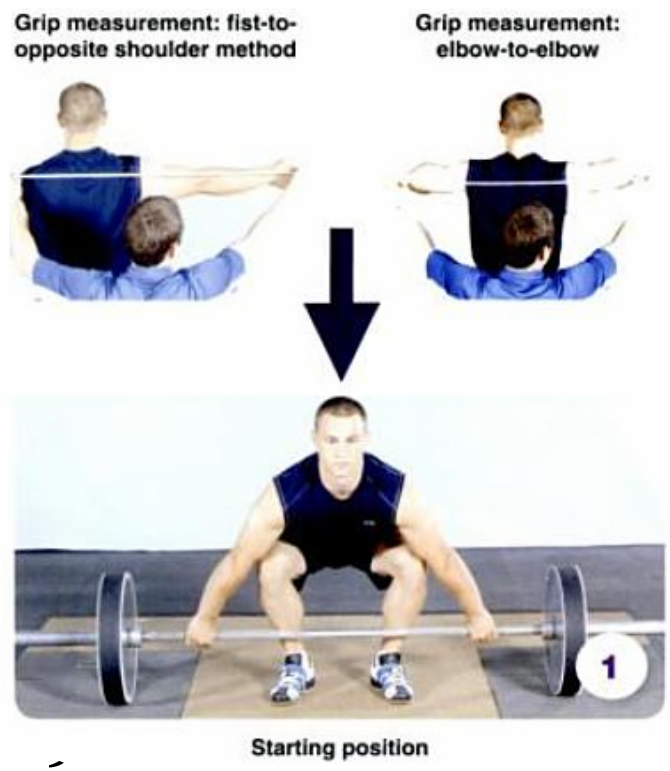
فرمول بدست آوردن مقدار 1RM به‌صورت زیر می‌باشد که در آن، W معادل وزنهٔ جابجا شده و P درصد معادل تعداد تکرارها (با توجه به جدول) می‌باشد.

$$\mathbf{1RM = \frac{W \times 100}{P}}$$

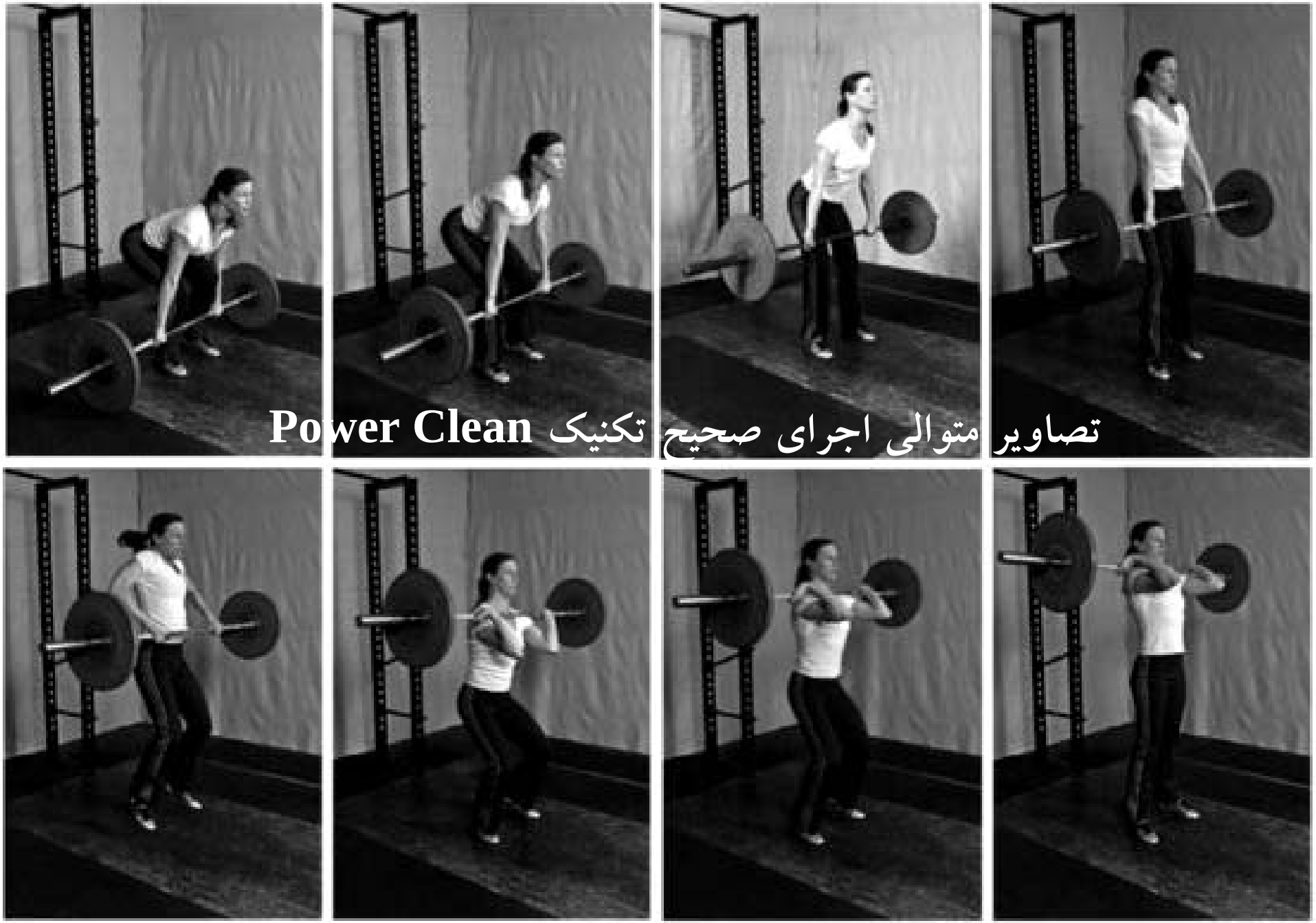
با توجه به جدول، ۵ تکرار معادل ٪۸۷ تکرار بیشینه می‌باشد، پس وزنهٔ مورد نظر (در اینجا ۹۵) معادل ٪۸۷ یک تکرار بیشینه است.

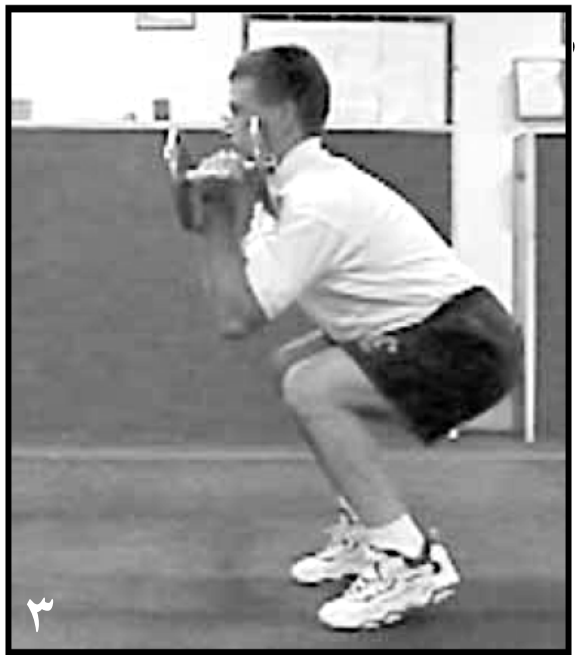
$$\mathbf{1RM = \frac{95 \times 100}{87} = 109.2}\ \text{kg}$$

تصاویر متوالی اجرای صحیح تکنیک Snatch



تصاویر متوالی اجرای صحیح تکنیک Power Clean





تصاویر متوالی اجرای صحیح تکنیک

Dumbbell Clean

(از شماره ١ تا ٤)

تصویر شماره ٥ مرحله آخر تکنیک

Alternate Dumbbell Clean