

FARKLI SPOR DALLARINDA BENCH PRESS HAREKETİYLE ÇABUK KUVVET BİLEŞENLERİNİN ANALİZİ

Alper AŞÇI, Caner AÇIKADA

Hacettepe Üniversitesi Spor Bilimleri ve Teknolojisi Yüksekokulu

ÖZET

Bu araştırmanın amacı; üst ekstremité kuvvetinin belirlenmesinde kullanılan bench press (BP) hareketinde ölçülen hız, kuvvet, mekanik güç ve doğrusal momentum değişkenlerine ait maksimum değerler açısından spor dalları (atletizm, basketbol, hentbol, voleybol, vücut geliştirme) arası farkları ve dinamik maksimum kuvvet (1TM) ile en yüksek maksimum değerler arası ilişkiyi araştırmaktır. Bu amaçla, 56 erkek sporcu (atlet: n=13; basketbolcu: n=16; hentbolcu: n=16; voleybolcu: n=5 ve vücut geliştirici: n=6) birer dakika ara ile 1TM'nin %39.9, %49.9, %59.9, %70.0 ve %80.0'ine karşılık gelen yüklerde istemli en yüksek kasılma hızı ile bir tekrar konsantrik BP hareketi uygulamışlardır. Test sırasında 100 Hz veri toplama hızıyla elde edilen üç boyuta ait yerdeğiştirme verileri bilgisayara kaydedilmiş ve hız (V_{maks}), kuvvet (F_{maks}), mekanik güç (P_{maks}) ve doğrusal momentum (p_{maks}) değişkenlerine ilişkin maksimum değerler hesaplanmıştır. Bu çalışmada, artan yüke bağlı olarak incelenen değişkenlere ait maksimum değerler spor dalları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık göstermemiştir. Bununla birlikte, artan yükle birlikte incelenen değişkenlerde yükler arası farklar P_{maks} hariç, diğer değişkenlerde istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Buna ek olarak tüm spor dalları gözönünde bulundurulduğunda, 1TM ile test yükleri içerisinde oluşan en yüksek F_{maks} ve P_{maks} değişkeni arasında pozitif yönde anlamlı ilişki bulunmuştur (sırasıyla; $r=0.39$, $p<.05$ ve $r=0.33$, $p<.05$). Sonuç olarak, BP hareketine ait hız, kuvvet, mekanik güç ve doğrusal momentumun, farklı kuvvet antrenmanı geçmişine sahip hentbol, basketbol, voleybol, vücut geliştirme ve atletizmin atma ve atlama sporcuları arasında benzer olduğu görülmüştür. Buna ek olarak 1TM'nin düşük veya yüksek olması, bench press hareketinde ortaya konan maksimum hız, kuvvet, mekanik güç ve doğrusal momentum'u belirleyen bir faktör olarak görülmektedir.

Anahtar Sözcükler: Bench press, Hız, Kuvvet, Mekanik güç, Doğrusal momentum.

Geiş tarihi : 11.12.2003
Yayına kabul tarihi : 16.08.2004

**ANALYSIS OF SPEED-STRENGTH COMPONENTS IN DIFFERENT SPORTS BY
BENCH PRESS MOTION**

ABSTRACT

The purpose of this study was to compare the differences in maximum values of velocity, force, mechanical power and linear momentum variables of bench press motion (BP) which is used to determine the upper body strength, according to the sport branches (track & field, basketball, handball, volleyball, body building) and to determine the relationship between dynamic maximal strength (1RM) and the selected variables. Fiftysix male subjects (track & field athletes: $n=13$; basketball players: $n=16$; handball players: $n=16$; volleyball players: $n=5$ and body builders: $n=6$) performed BP with maximum voluntary contraction velocity in loads of 39.9%, 49.9%, 59.9%, 70.0% and 80.0% of 1RM with one minute intervals. During the test, displacement data according to three dimension was recorded in a computer with 100 Hz and the maximum values of velocity (V_{maks}), force (F_{maks}), mechanical power (P_{maks}) and linear momentum (p_{maks}) were calculated. In this study, no significant difference was obtained in maximum values of selected variables that were examined according to increased load among sport branches. In addition to that, significant differences were obtained among the loads in the maximum values of all variables, except from p_{maks} variable. Finally, when all sport branches were taken into consideration, significant positive correlation were found between 1RM and the highest values of F_{maks} and p_{maks} variables in the testing loads (respectively; $r=0.39$, $p<.05$ and $r=0.33$, $p<.05$). In conclusion, maximum values of velocity, force, mechanical power and linear momentum variables of BP was similar in selected sport branches which have different strength training background. It was also found that whatever high or low 1RM was not an indicator of the highest values of selected variables.

Key Words: Bench press, Velocity, Force, Mechanical power, Linear momentum.

GİRİŞ

Mümkün olan en büyük kuvvetin bir saniyeden daha kısa sürede sergilendiği sportif hareketlerde, yüksek hızda kuvvet sergilemek diğer bir deyişle büyük miktarda çabuk kuvvet uygulayabilmek başanyı sınırlayan bir faktördür (Sale, 1992). Klasik konsentrik kuvvet-hız eğrisinde dış direnç (yük) arttıkça, hareketin hızı azalırken kas gerilimi artmakta ve kastaki gerilim maksimale ulaştığında ise hız sıfıra inmektedir (Izquierdo, Hakkinen, Gonzalez-Badilló, Ibanez ve Go-

rostiaga, 2002). Artan yüke bağlı olarak konsentrik hareketin hızında oluşan azalma hiperbolik bir eğri yapısı sergiler ve bu hiperbolik eğride yük maksimum olduğunda kasın ortaya koyduğu kuvvet miktar maksimum ancak hareketin hızı sıfırdır (Siegel, Gilders, Staron ve Hagerman, 2002). Kuvvet-hız eğrisindeki kuvvet ve hıza ait değerler, bir tekrarda ortaya konulan maksimal kuvvetin (1TM) miktarına bağlı olarak değişmektedir (Schmidtbleicher, 1992). Yüksek dirençte yapılan (1TM'nin % 80-100'lü) hareket-

lerde yüksek eşikli hızlı kasılğan motor üniteler uyarıldığından, dinamik ortamda ortaya konulan kuvvet ve hızın miktarında maksimum kuvvetin çok daha belirleyici rol oynadığı belirtilmektedir (Kanehisa ve Miyashita, 1983; Rahmani, Viale, Dalleau ve Lacour, 2001). Bununla birlikte düşük yüklerde (1TM'nin % 30-40'ı) ise, maksimum kuvvetin optimal kuvvet-hız kombinasyonunun bileşimi olan mekanik güç üretiminde daha az etkiye sahip olduğu belirtilmektedir (Cronin, McNair ve Marshall, 2000). Literatürde dinamik ortamda ortaya konulan mekanik gücün, 1TM'nin % 30-50'si (Cronin ve ark., 2000; Kaneko, Fuchimoto, Toji ve Suei, 1983; Mayhew, Wave, Johns ve Bember, 1997; Newton, Kraemer, Hakkinen ve Murpy, 1997) veya %46-62'si (Baker, Nance ve Moore, 2001) antrene olmayan bayanlarda da %56-78'i (Thomas, Fiatorone ve Fielding, 1996) aralığında meydana geldiği, bununla birlikte maksimal izometrik kuvvetin %30'unda ve yaklaşık olarak kasın maksimal kısalma hızının %30'unda (Kaneko ve ark., 1983) olduğu belirtilmektedir. Maksimum kuvvet ile maksimum hız arasında bir ilişki bulunmamaktadır ve dolayısıyla da aynı hareket için maksimal kuvvete ve maksimal hıza ulaşma özellikleri farklı motor yeteneklerdir (Zatsiorsky, 1995). Maksimum kuvvet-maksimum hız ilişkisi çok düşük olsa bile, son yıllarda yapılan çalışmalarda 1TM ile mekanik gücün ilişkili olduğu belirtilmektedir. 1TM ile mekanik güç arasındaki ilişki katsayısını

Moss, Refsnes, Abidgarrd, Nicolaysen ve Jensen (1997) *biceps curl* hareketinde 0.93, Stone ve arkadaşları (2003) konsentrik squat sıçrama hareketinde 1TM'nin %30-80'i arasındaki yüklerde 0.90-0.94 arasında olduğunu belirtmişlerdir.

Literatürde çabuk kuvvetin bir göstergesi olarak maksimal mekanik güç sıklıkla kullanılmakla birlikte (Cronin ve ark., 2000; Izquierdo ve ark., 2002; Kaneko ve ark., 1983; Mayhew ve ark., 1997; Newton ve ark., 1997; Stone ve ark., 2003) doğrusal momentum'un da hesaplandığı (Pampus, Lehnertz ve Martin, 1989) bir çalışma yer almaktadır. Mekanik güç hesabında yerdeğiştirme verisinin ikinci türevinin, doğrusal momentum hesabında ise birinci türevin bulunması gerekmektedir. Birinci türev hesabının daha az hatayı içermesi nedeniyle doğrusal momentum çabuk kuvvetin göstergesi olarak mekanik güce oranla bir avantaja sahip olabilir.

Kuvvet antrenmanlarında, antrenmanın şiddeti seçilen harekette elde edilen 1TM'ye bağlı olarak hesaplanmakla birlikte, hıza özel meydana gelen uyumlar hareketin farklı hızlarda uygulanması ile meydana gelmektedir (Behm ve Sale, 1993). Kuvvet antrenmanı deneyiminde, düşük hızlarda uygulanan antrenmanın düşük hızlarda ortaya konulan mekanik güç gelişiminde, yüksek hızlarda uygulanan antrenmanın ise yüksek hızlardaki mekanik güçte artış sağladığı belirtilmektedir (Kanehisa ve Miyashita, 1983).

Dolayısıyla yük-hız değişimlerine bağlı olarak uygulanan kuvvet antrenmanı, değişik spor dallarındaki performans sporcularında farklı bir antrenman deneyimine neden olmaktadır. Izquierdo ve arkadaşları (2002) *bench press* hareketinde 1TM'nin %30-100'ü arasındaki tüm yüklerde halterci ve hentbol oyuncularının ortaya koydukları mekanik gücün orta mesafe koşucusu, bisikletçiler ve sedanter üniversite öğrencilerine oranla istatistiksel olarak farklı olduğunu belirtmişlerdir. Bu bağlamda bu çalışma, iki amaca yönelik olarak planlanmıştır; birincisi, değişik antrenman geçmişinin üst ekstremité kaslarına yönelik *bench press* hareketi sırasında ortaya konulan hız, kuvvet, mekanik güç ve doğrusal momentum değişkenleri üzerinde meydana getirdiği farklılaşmanın araştırılması ve ikincisi, dinamik maksimum kuvvet ile çabuk kuvvet bileşenleri arasındaki ilişkinin araştırılmasıdır.

YÖNTEM

Araştırma Grubu: Hentbol spor dalı ve Atletizm'de atma ve atlama branşlarında en üst lig olan 1. ligde, voleybol ve basketbol'da en üst ve bir alt lig olan 1. ve 2. ligde, ve vücut geliştirmede amatör sporculardan, *bench press* yaşı 2 yılın üzerinde olan gönüllüler bu çalışmanın araştırma grubunu oluşturmuştur. Araştırma grubunda yer alan 56 erkek sporcuya ait yaş, vücut ağırlığı, boy, *Bench*

press deneyimi (BPD), vücut yağ yüzdesi (VYY) ve somatotip özellikleri spor dallarına göre (Atletizm, n= 13; Basketbol, n= 16; Hentbol, n= 16; Voleybol, n= 5 ve Vücut geliştirme, n= 6) Tablo 1'de verilmiştir.

Somatotip özellikleri incelendiğinde araştırma grubunun genel olarak, dengeli mezomorfi vücut yapısına; spor dalları ayrı ayrı incelendiğinde ise, basketbol, hentbol ve vücut geliştirmenin dengeli-mezomorfi, atletizm ve voleybol'un ektomorfik-mezomorfi vücut yapı özelliğine sahip oldukları görülmüştür. *Bench press* deneyimi, kaldırış tekniğini etkileyen dolayısıyla da kinematik ve kinetik veri üzerinde rol oynayan bir faktördür. Madsen ve McLaughlin (1984) *bench press* hareketinde kinematik faktörleri araştırdıkları çalışmalarında, bir deneme sırasında oluşan bar yörüngesinin, yeni başlayanlara oranla deneyimli sporcularda farklılık gösterdiğini ve deneyimli sporcularda bar yörüngesinin omuzun izdüşümüne daha yakın olduğunu belirtmişlerdir. Bu bağlamda, araştırma grubunda yer alan sporcuların en az iki yıl BPD'ye sahip olması istenmiş ve bu çalışmada BPD'nin ortalama olarak atletlerde 6.92 ± 2.24 , basketbolcularda 4.50 ± 2.78 , hentbolcularda 5.44 ± 3.39 , voleybolcularda 7.0 ± 2.35 ve vücut geliştiricilerde 5.50 ± 2.59 yıl olduğu belirlenmiştir.

Tablo 1. Araştırma Grubunun Fiziksel Özellikleri (n=57)

Değişkenler	Atletizm n= 13		Basketbol n= 16		Hentbol n= 16		Voleybol n= 5		Vücut Geliştirme n= 6		Toplam n= 57	
	\bar{X}	Ss	\bar{X}	Ss	\bar{X}	Ss	\bar{X}	Ss	\bar{X}	Ss	\bar{X}	Ss
Yaş (yıl)	24.08	6.08	23.31	3.48	22.63	4.86	23.20	3.83	24.17	3.13	23.41	4.30
Vücut Ağırlığı (kg)	72.54	7.08	84.30	10.27	86.09	8.85	81.56	6.72	77.50	7.20	80.38	7.96
Boy (cm)	178.00	4.65	185.44	6.19	185.31	6.19	184.74	6.67	177.75	7.03	182.27	6.85
BPD (yıl)	6.92	4.24	4.56	2.78	5.44	3.39	7.0	2.35	5.50	2.59	5.85	3.26
Somatotip												
Endomorfi	1.66	0.29	2.22	0.61	2.26	0.49	2.10	0.40	2.03	0.24	2.07	0.50
Mezomorfi	3.98	1.18	4.01	1.10	3.84	1.12	3.86	1.16	4.82	0.52	4.07	1.08
Ektomorfi	2.71	0.84	2.42	0.93	2.12	1.07	2.63	1.06	1.96	0.48	2.40	0.93
VYY (%)	5.18	1.44	9.56	4.56	8.06	3.64	8.97	2.97	10.22	6.14	8.14	4.07

Veri Toplama Aracı

Yerdeğişimi Ölçüm Sistemi (3d-DMS): Üç boyutta yerdeğişimi ölçmek amacıyla geliştirilen 3d-DMS (TÜMER Ltd.), doğrusal yerdeğişirme ölçerler için bir adet sinyal algılayıcısı (PCIR; Gefran, İtalya), bir adet rektilinear yerdeğişirme ölçer (LT; Gefran, İtalya), iki adet yuvarlak uçlu yay geri dönüşümlü rektilinear yerdeğişirme ölçer (PY; Gefran, İtalya) ve bir adet veri çevrim sistemi olarak 12 bitlik analog-dijital dijital-analog (A/D-D/A) çevirici bilgisayar kartından oluşturulmuştur (Şekil 1). 3d-DMS'ne özel MS-DOS ortamında çalışan bilgisayar yazılım programı yardımıyla da üç ayrı boyuta ait yerdeğişirme verisinin (yatay [X], dikey [Y], derinlik [Z]) 100 Hz örnekleme hızı ile toplanması sağlanmıştır.

Sistem hatasının belirlenmesi amacıyla 3d-DMS, üzerinde 20 kg ağırlık takılı olan toplam 40 kg ağırlığındaki halter

barına bilyeli yatak aracılığı ile bağlanarak, hareketsiz konumda beş saniye boyunca üç boyuta ait yerdeğişirme verisi bilgisayara kaydedilmiştir. Bu veri dosyası üzerinde MatLAB'da (MathWorks, Inc.) Fast Fourier Transformasyon yöntemi (FFT) ile her üç boyuta ait ilk 256 yerdeğişirme verisine ayrı ayrı frekans analizi yapılarak kesme frekansı 8 Hz olan alçak geçiren filtreleme işlemi uygulanmıştır. Daha sonra X, Y ve Z boyutlarına ait filtrelenmiş yerdeğişirme verisinin ortalama ve standart sapması bulunmuştur. Yapılan 14 ölçümde, X boyutu için en düşük -0.37 ± 0.10 mm, en yüksek 0.37 ± 0.37 mm değerleri elde edilirken; Z boyutunda en düşük -0.35 ± 0.08 mm ve en yüksek 0.20 ± 0.20 mm bulunmuştur. Y boyutu için ise en düşük değer -0.75 ± 0.32 mm ve en yüksek değer 0.50 ± 0.49 mm olarak bulunmuştur. Buna göre, her üç boyuta ait yerdeğişirme verisi için en yüksek ve en

dilmiştir. Bu *text* dosyalarına farklı frekanslarda gerçek veriye karışan gürültü sinyallerinin veri yapısından uzaklaştırılması amacıyla, MatLAB (MathWorks, Inc.) ortamında çalışan bir *betik* dosyası ile kesme frekansı 8 Hz olan alçak geçiren filtreleme işlemi uygulanmıştır. Daha sonra filtrelenmiş dikey yerdeğiştirme verisinde yeralan en yüksek negatif değer (konsantrik hareketin başlangıcı) ile en yüksek pozitif değer (konsantrik hareketin sonu) arasında kalan tüm veri için hız, ivmelenme, kuvvet, mekanik güç ve doğrusal momentum hesaplamaları yapılmıştır. Antropometrik ölçümler, ısınma, 1TM testi ve ÇKT bir gün içerisinde arka arkaya uygulanarak sonlandırılmıştır.

Antropometrik Ölçümler

Vücut Ağırlığı (VA): VA her test günü denekler standart spor kıyafetiyle (şort ve atlet) ayakkabısız, vücut postürü dik pozisyonda ve baş ileriye bakar durumda ± 100 g hataya sahip baskülde (Tanita TBF-401) ölçülmüştür.

Boy Uzunluğu: Ayakkabısız durumda ve baş frankfort düzleminde iken, derin bir inspirasyonu takiben başın verteksi ile ayak arasındaki mesafe, ± 1 mm hassaslığa sahip stadiometre (Holtain Ltd. UK) aracılığı ile ölçülmüştür.

Deri Kıvrımı, Çap ve Çevre Ölçümü: Deri kıvrımı, çap ve çevre ölçümleri bir gün içerisinde ve sabah saatlerinde yapılmıştır. Biceps, triceps, subscapula, suprailiac1, supraspinal, suprailiac2,

abdominal ve baldır deri kıvrımı kalınlıkları, Harrison ve arkadaşlarının (1988) önerdiği şekilde 10 gr.mm^{-2} basınç sağlayan skinfold kaliperle (Holtain Ltd., UK) ± 2 mm hassaslıkta belirlenmiştir. Biceps, fleksiyonda kasılı biceps, el bileği ve baldır çevre ölçümleri, 1mm hassaslığa sahip antropometrik mezura ile Callaway ve arkadaşlarının (1988) önerdiği şekilde ölçülmüştür. Ölçümler vücudun sağ tarafından iki kez yapılmış ve ortalamaları kullanılmıştır. Tüm antropometrik değişkenlerde test-tekrar test sınıfıçı güvenilirlik katsayısı hesaplanmış ve $R=0.979$ ile $R=0.999$ arasında değiştiği görülmüştür.

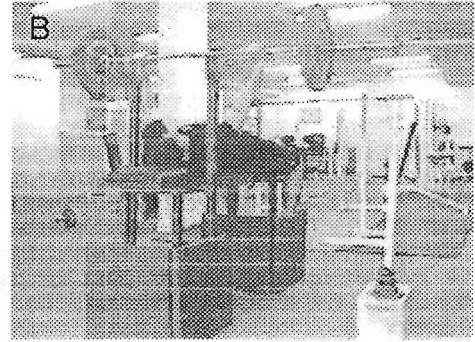
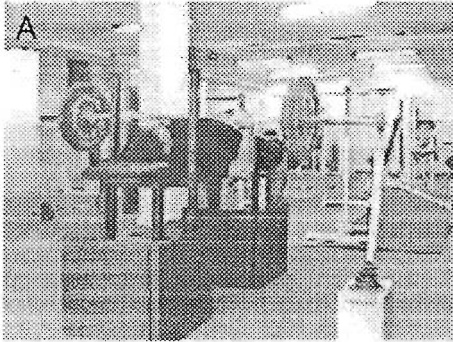
Egzersiz Testleri

Bench Press hareketi: Araştırma grubu, bench press sehpasının ön ucuna başı ve omuzları gelecek biçimde yatar pozisyonda iken uyluklarını zemine paralel, ayaklarını omuz genişliğinde açık ve zemine basacak şekilde konumlandırmışlardır. 3d-DMS ve serbest ağırlıkların takılı olduğu bar, eller omuz genişliğinde açık ve avuçiçi temas edecek şekilde parmaklar yardımıyla kavranmıştır (Şekil 2). Bu pozisyonda iken araştırma grubu, kol kuvveti yardımıyla bench press sehpasından barı hareketlendirip, kollar gergin durumda sternumun distal ucunun izdüşümü üzerinde tutmuştur. Bir iki saniye içerisinde barı eksentrik bir kasılmayla yerçekimi yönünde hareketlendirerek, göğüs kafesi üzerinde sternum'un distal ucuna temas ettirmiştir

(Bemben ve McCalip, 1999). Bir iki saniye bu pozisyonda barı tutuktan sonra, konsentrik bir kasılmayla yerçekimi yönü tersinde ve mümkün olan en yüksek hızda hareketlendirip başlangıç pozisyonuna geri dönerek barı tekrar sehpaye yerleştirmiştir. Her denemede bar üzerindeki tutuş yerini sabitlemek ve bench press hareketinde yer alan kas gruplarının her deneme için aynı oranda katılımını sağlamak amacıyla, humerus zemine paralel konumda iken dirsek açısının 90 derece olduğu tutuş yeri, bar üzerinde bir bant yardımıyla her iki el için işaretlenmiştir (Abendroth-Smith ve Griswold,

1998). Dirsek açısında 90 derecelik genişlik goniometre yardımıyla sağlanmıştır.

Isınma Protokolü: Araştırma grubu 1TM testi öncesinde, vücut ağırlıklarının % 50'sine karşılık gelen ağırlık (kg) ile, bir set sekiz tekrar bench press hareketini tekrarlamışlardır (Bemben ve McCalip, 1999; Thompson ve Bemben, 1999). Her tekrar sırasındaki hareketin hızı, en yüksek hızda olmaması şartıyla kendilerine bırakılmıştır. Bir tekrar içerisinde, eksentrik kasılmadan konsentrik kasılmaya geçiş sırasında bar göğüse yüksek bir hızla temas ettirilmemiştir.



Şekil 2. Bench press hareketi ve 3d-DMS'nin bara bağlantısı; Bench press hareketinde A) başlangıç ve B) bitiş pozisyonları.

Bir Tekrar Maksimum Protokolü (1TM): Isınmadan sonra, üç dakikalık aktif dinlenme içerisinde kol ve göğüs kaslarına yönelik gerdirme hareketleri yapılmıştır. Aktif dinlenmenin sonrasında, bir tekrarda kaldırılan maksimum ağırlığı belirlemek amacıyla, araştırma

grubu artımları kendi belirledikleri 20 kg'lık olimpik bara takılı ağırlıklarla bir tekrar bench press hareketi yapmışlardır. Olimpik bara takılı ağırlık, konsentrik bir kasılma sonrası yerçekiminin tersi yönünde kaldırılarak, kollar tam ekstasyon halde konumlanmış ise bu kaldırış

doğru olarak kabul edilmiştir. Beş set içerisinde sporcu tarafından artırılan herhangi bir ağırlık doğru olarak kaldırılmamış ise bir önce doğru olarak kaldırılmış ağırlık *bir tekrarda kaldırılan maksimum ağırlık* (1TM) olarak kaydedilmiş ve test sonlandırılmıştır.

Verilerin Analizi: BP hareketinin konsentrik hareketin başı ve sonu arasında kalan bölümünde, yatay (X), dikey (Y) ve derinlik (Z) boyutlarına ait filtrelenmiş yerdeğiştirme verisi (sırasıyla; d_x , d_y , d_z) sonlu farklar (finite differences) yöntemiyle X, Y ve Z boyutu için ayrı ayrı hız (sırasıyla, V_x [formül-1], V_y [formül-2], V_z [formül-3]), ivmelenme (sırasıyla, a_x [formül-5], a_y [formül-6], a_z [formül-7]), ve bileşke hız (V_n [formül-4]) hesaplanmıştır. Yerdeğiştirmeye ait son değerden bir öncesine kadar olan bölümde meydana gelen en yüksek bileşke hız *maksimum hız* (V_{maks}) olarak, bununla birlikte, relatif test yükleri içerisinde meydana gelen en yüksek V_{maks} değeri de *maksimize hız değeri* (MV_{maks}) olarak kaydedilmiştir.

$$V_x = d_x \cdot t^{-1} \quad [1]$$

$$V_y = d_y \cdot t^{-1} \quad [2]$$

$$V_z = d_z \cdot t^{-1} \quad [3]$$

$$V_n = (V_x + V_y + V_z)^{1/2} \quad [4]$$

Her üç boyuta ait kuvvet (sırasıyla, F_x [formül-8], F_y [formül-9], F_z [formül-10]) deneme sırasında elde edilen ivmelenme (sırasıyla; a_x , a_y , a_z) ve ağırlığın (W)

yerçekimi ivmesine (g) bölünerek hesaplanan kütlelerin çarpılması ile elde edilmiştir. Bileşke kuvvet (F_n [formül-11]) her üç boyuta ait kuvvet değerlerinden yararlanılarak hesaplanmış ve yer değiştirmeye ait son değerden iki öncesine kadar olan bölümde meydana gelen en yüksek bileşke kuvvet *maksimum kuvvet* (F_{maks}) olarak, bununla birlikte, relatif test yükleri içerisinde meydana gelen en yüksek F_{maks} değeri de *maksimize kuvvet değeri* (MF_{maks}) olarak kaydedilmiştir.

$$a_x = V_x \cdot t^{-1} \quad [5]$$

$$a_y = V_y \cdot t^{-1} \quad [6]$$

$$a_z = V_z \cdot t^{-1} \quad [7]$$

$$F_x = W \cdot g^{-1} \cdot a_x \quad [8]$$

$$F_y = W \cdot g^{-1} \cdot a_y + W \quad [9]$$

$$F_z = W \cdot g^{-1} \cdot a_z \quad [10]$$

$$F_n = (F_x + F_y + F_z)^{1/2} \quad [11]$$

Mekanik güç (P_n [formül-12]), deneme sırasında elde edilen F_n ve V_n değerlerinden yararlanılarak hesaplanmıştır. Yerdeğiştirmeye ait son değerden iki öncesine kadar olan bölümdeki en yüksek pozitif mekanik güç ise *maksimum mekanik güç* (P_{maks}) olarak, bununla birlikte, relatif test yükleri içerisinde meydana gelen en yüksek P_{maks} değeri de *maksimize mekanik güç değeri* (MP_{maks}) olarak kaydedilmiştir.

$$P_n = F_n \cdot V_n \quad [12]$$

Doğrusal momentum (p_n [formül-13])

ise hız farkları (DV) ve denemenin yapıldığı kütle aracılığı ile hesaplanmıştır. Bir denemede yerdeğiştirmeye ait son değerden bir öncesine kadar olan bölümde oluşan en yüksek pozitif doğrusal momentum *maksimum doğrusal momentum* (p_{maks}) olarak, bununla birlikte, relatif test yükleri içerisinde meydana gelen en yüksek p_{maks} değeri de *maksimize doğrusal momentum değeri* (Mp_{maks}) olarak kaydedilmiştir.

$$p_n = W \cdot g^{-1} \cdot DV \quad [13]$$

Haftanın farklı günleri ve günün farklı zaman dilimleri etkilerine ait test-tekrar test güvenilirlik katsayıları iki önçalışma ile araştırılmış ve incelenen değişkenlere ait güvenilirlik katsayılarının $r=0.75-0.94$ arasında olduğu bulunmuştur. Buna ek olarak, aynı test seansında tekrarlanan denemelere ait test-tekrar test güvenilirlik katsayısının ise $r=0.76-0.95$ arasında olduğu bulunmuştur. Dolayısıyla, bu güvenilirlik katsayılarının yüksek olması farklı gün, günün değişik zaman dilimleri ve deneme etkilerinin incelenen değişkenlere ait değerler üzerinde herhangi bir farklılaşmaya neden olmadığı anlamına gelmektedir.

Isınma ağırlığı (kg), 1TM (kg), 1TM'nin %40, %50, %60, %70 ve %80'ine karşılık gelen test ağırlıklarının spor dalları arası farkları *Tek Yönlü Varyans Analizi* (ANOVA) yöntemi ile; incelenen değiş-

kenlerde test yükleri ve spor dalları arası farklar *Tekrarlı Ölçümlerde 2-yönlü Varyans Analizi* (2-way REANOVA) ile araştırılmıştır. 1TM ile test yükleri içerisinde ortaya koyulan en yüksek maksimal hız (MV_{maks}), kuvvet (MF_{maks}), mekanik güç (MP_{maks}) ve doğrusal momentum (Mp_{maks}) değerleri arası ilişki ise *Pearson Çarpımlar Momenti Korelasyonu* yöntemi kullanılarak belirlenmiştir. İstatistiksel olarak anlamlılık düzeyi $p \leq 0.05$ olarak belirlenmiştir.

BULGULAR

Spor dallarında ısınma ağırlığı, 1TM ağırlığı ve test yüklerine ait ağırlıklara ilişkin aritmetik ortalama (\bar{x}), standart sapma (Ss) ve spor dalları arasındaki fark istatistiği sonuçları Tablo 2'de sunulmuştur. Isınma ağırlığı, 1TM ve relatif test yüklerine karşılık gelen ağırlıklar açısından değişik spor branşlarında yer alan sporcular arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır (Isınma ağırlığı: $F_{(4,55)} = 2.098$; $p > .05$; 1TM: $F_{(4,55)} = 0.664$; $p > .05$; test yükleri sırasıyla, %39.9 $F_{(4,55)} = 0.653$; $p > .05$; % 49.9 $F_{(4,55)} = 0.635$; $p > .05$; % 59.9 $F_{(4,55)} = 0.637$; $p > .05$; % 70.0 $F_{(4,55)} = 0.646$; $p > .05$ ve % 80.0 $F_{(4,55)} = 0.639$; $p > .05$). Araştırma grubu içerisinde yer alan ve farklı spor dallarından gelen sporcuların ısınma, 1TM ağırlığı ve test yükleri açısından benzer olduğu söylenebilir.

Tablo 2. Spor dallarında ısınma, 1TM ağırlığı, test yüklerinde hesaplanan ağırlıklar ve fark istatistiği sonuçları (n=56)

Değişkenler	Atletizm n= 13		Basketbol n= 16		Hentbol n= 16		Voleybol n= 5		Vücut Geliştirme n= 6		F
	\bar{X}	Ss	\bar{X}	Ss	\bar{X}	Ss	\bar{X}	Ss	\bar{X}	Ss	
Isınma Ağırlığı (kg)	35.77	4.00	31.63	5.34	37.66	4.61	38.00	2.74	40.00	3.16	2.098
1 TM (kg)	82.31	18.36	79.22	14.08	77.19	12.78	75.50	12.17	86.25	10.81	0.639
% 39.9 (kg)	32.85	7.31	31.63	5.35	30.74	4.70	30.32	4.77	34.20	3.89	0.636
% 49.9 (kg)	41.13	9.29	39.71	7.10	38.45	6.17	37.82	6.10	42.87	5.09	0.619
% 59.9 (kg)	49.31	11.11	47.53	8.51	46.12	7.42	45.40	7.35	51.45	6.07	0.620
% 70.0 (kg)	57.68	13.09	55.54	9.92	53.92	8.62	53.04	8.63	60.17	7.12	0.629
% 80.0 (kg)	65.99	14.91	63.37	11.21	61.58	9.85	60.78	9.87	68.58	8.05	0.621

Test yüklerinde elde edilen V_{maks} değişkenine ait ortalama ve standart sapma değerleri atletizm, basketbol, hentbol, voleybol ve vücut geliştirme spor dallarına göre tablo 3'de verilmiştir. Tablo 3'de görüldüğü gibi, atletizm, basketbol, hentbol, voleybol ve vücut geliştirme spor dallarında MV_{maks} , 1TM'nin %39.9'unda bulunmuştur (sırasıyla; 2.59 ± 0.87 m.s⁻¹, 3.01 ± 0.90 m.s⁻¹,

3.16 ± 0.89 m.s⁻¹, 2.41 ± 1.36 m.s⁻¹, 3.29 ± 0.34 m.s⁻¹). V_{maks} değişkeninde en düşük değerler ise atletizm, basketbol, hentbol, voleybol ve vücut geliştirme spor dalları açısından 1TM'nin %80.0'inde gözlenmiştir (sırasıyla; 1.09 ± 0.36 m.s⁻¹, 1.35 ± 0.50 m.s⁻¹, 1.42 ± 0.40 m.s⁻¹, 1.08 ± 0.59 m.s⁻¹, 1.30 ± 0.28 m.s⁻¹).

Tablo 3. Spor dallarına göre test yüklerinde elde edilen V_{maks} değişkenine (m.s⁻¹) ait değerler (n=56)

Spor Dalları	%39.9		%49.9		%59.9		%70.0		%80.0	
	\bar{X}	Ss	\bar{X}	Ss	\bar{X}	Ss	\bar{X}	Ss	\bar{X}	Ss
Atletizm (n=13)	2.59	0.87	2.11	0.75	1.79	0.53	1.30	0.57	1.09	0.36
Basketbol (n=16)	3.01	0.90	2.63	0.83	2.10	0.73	1.83	0.68	1.35	0.50
Hentbol (n=16)	3.16	0.89	2.64	0.83	2.16	0.65	1.77	0.57	1.42	0.40
Voleybol (n=5)	2.41	1.36	2.27	0.80	1.90	0.75	1.46	0.73	1.08	0.59
Vücut Geliştirme (n=6)	3.29	0.34	2.76	0.30	2.15	0.39	1.72	0.25	1.30	0.28

Test yüklerinde elde edilen F_{maks} değişkenine ait ortalama ve standart sapma değerleri atletizm, basketbol, hent-

bol, voleybol ve vücut geliştirme spor dallarına göre tablo 4'de verilmiştir. Buna göre, basketbol, hentbol ve voleybol

Çabuk Kuvvet Bileşenlerinin Analizi

spor dallarında MF_{maks} değerleri 1TM'nin %49.9'unda gözlenirken (sırasıyla; 1528.90±835.29 N, 1569.89±741.07 N ve 1184.05±666.85 N), atletizmde 1TM'nin %59.9'unda (1354.86±507.82 N) ve vücut geliştirmede ise 1TM'nin %70.00'inde (1499.30±422.49 N) bulunmuştur. En

düşük F_{maks} değerleri ise atletizm, basketbol, hentbol ve voleybol spor dallarında 1TM'nin %80.0'inde gözlenirken (sırasıyla; 899.34±445.71 N, 1170.52±436.05 N, 1150.82±431.26 N, 538.33±540.35 N), vücut geliştirmede 1TM'nin %49.9'unda (1243.08±639.29 N) gözlenmiştir.

Tablo 4. Spor dallarına göre test yüklerinde elde edilen F_{maks} değişkenine (N) ait değerler (n=56)

Spor Dalları	%39.9		%49.9		%59.9		%70.0		%80.0	
	\bar{X}	Ss	\bar{X}	Ss	\bar{X}	Ss	\bar{X}	Ss	\bar{X}	Ss
Atletizm (n=13)	1115.52	553.19	1151.45	721.96	1354.86	507.82	1040.10	594.73	899.34	445.71
Basketbol (n=16)	1357.02	635.31	1528.90	835.29	1480.30	727.01	1394.14	480.64	1170.52	436.05
Hentbol (n=16)	1278.26	642.98	1569.89	741.07	1532.14	667.15	1372.90	521.13	1150.82	431.26
Voleybol (n=5)	867.60	702.68	1184.05	666.85	1115.51	594.28	1023.58	748.31	538.33	540.35
Vücut Geliştirme (n=6)	1256.49	347.15	1243.08	639.29	1476.02	422.49	1499.30	666.48	1294.48	633.66

Test yüklerinde elde edilen P_{maks} değişkenine ait ortalama ve standart sapma değerleri atletizm, basketbol, hent-

bol, voleybol ve vücut geliştirme spor dallarına göre tablo 5'de verilmiştir.

Tablo 5. Spor dallarına göre test yüklerinde elde edilen P_{maks} değişkenine (W) ait değerler (n=56)

Spor Dalları	%39.9		%49.9		%59.9		%70.0		%80.0	
	\bar{X}	Ss	\bar{X}	Ss	\bar{X}	Ss	\bar{X}	Ss	\bar{X}	Ss
Atletizm (n=13)	2445.93	2531.98	2114.62	1830.47	2094.62	1770.80	1242.15	1226.61	643.02	708.71
Basketbol (n=16)	3685.75	2995.99	3743.77	3342.63	2348.24	1761.89	2082.98	1328.20	1353.74	1102.37
Hentbol (n=16)	3277.64	2696.21	3603.12	2731.02	3343.39	2168.96	1913.92	1153.21	1248.77	740.57
Voleybol (n=5)	1733.27	1717.59	2183.78	2936.29	1259.99	1034.95	1398.63	2017.99	667.08	993.80
Vücut Geliştirme (n=6)	2940.80	1701.66	1920.84	1307.20	2344.56	1338.50	1683.67	1532.09	1474.71	1354.31

Tablo 5'de görüldüğü gibi, spor dalları açısından en düşük P_{maks} relatif test yükleri içerisinde 1TM'nin %80.0'inde bulunurken (atletizm 643.02±708.71 W, basketbol 1353.74±1102.37 W, hentbol

1248.77±740.57 W, voleybol 667.08±993.80 W ve vücut geliştirme 1474.71±1354.31 W), en yüksek değerler (MP_{maks}) ise spor dalları arasında farklılık göstermiştir. Atletizm ve vücut

geliştirmede en yüksek değer 1TM'nin %39.9'unda (sırasıyla; 2445.93±2531.98 W ve 2940.80±1701.66 W) gözlenirken, basketbol, hentbol ve voleybol spor dallarında 1TM'nin %49.9'unda bulunmuştur (sırasıyla; 3743.77±3342.63 W, 3603.12±2731.02 W, 2183.78±2936.29 W).

Test yüklerinde elde edilen p_{maks} değişkenine ait ortalama ve standart sapma değerleri atletizm, basketbol, hentbol, voleybol ve vücut geliştirme spor dallarına göre tablo 6'da verilmiştir. p_{maks} değişkenine ait en düşük değerler vücut geliştirmede 1TM'nin %70.0'inde

gözlenirken (1.62±1.31 kgm.s⁻¹), atletizmde 1TM'nin %59.9'unda (1.71±2.45 kgm.s⁻¹), basketbol ve hentbolda 1TM'nin %49.9'unda (sırasıyla; 3.72±3.32 kgm.s⁻¹ ve 3.49±3.76 kgm.s⁻¹) ve voleybolda 1TM'nin %39.9'unda (1,80±2,01 kgm.s⁻¹) gözlenmiştir. En yüksek değerler atletizm ve basketbolda 1TM'nin %70.0'inde gözlenirken (sırasıyla; 2.28±2.85 kgm.s⁻¹ ve 4.72±4.20 kgm.s⁻¹), hentbol ve voleybolda 1TM'nin %59.9'unda (sırasıyla; 5.32±4.37 kgm.s⁻¹ ve 4.32±2.83 kgm.s⁻¹), vücut geliştirmede 1TM'nin %39.90'unda (6.10±3.51 kgm.s⁻¹) bulunmuştur.

Tablo 6. Spor dallarına göre test yüklerinde elde edilen p_{maks} değişkenine (kgm.s⁻¹) ait değerler (n=56)

Spor Dalları	%39.9		%49.9		%59.9		%70.0		%80.0	
	\bar{X}	Ss	\bar{X}	Ss	\bar{X}	Ss	\bar{X}	Ss	\bar{X}	Ss
Atletizm (n=13)	2.08	1.97	1.74	2.45	1.71	2.45	2.28	2.85	2.06	2.27
Basketbol (n=16)	4.10	2.09	3.72	3.32	4.22	2.75	4.72	4.20	4.30	4.22
Hentbol (n=16)	4.12	2.71	3.49	3.76	5.32	4.37	5.10	3.39	4.61	3.30
Voleybol (n=5)	1.80	2.01	3.41	1.22	4.32	2.83	3.63	1.24	3.60	4.04
Vücut Geliştirme (n=6)	6.10	3.51	4.86	2.91	5.08	2.51	1.62	1.31	3.09	2.50

V_{maks} , F_{maks} , P_{maks} ve p_{maks} değişkenleri açısından test yükleri ve spor dalları arası farklar ile etkileşim farklarına ait tekrarlı ölçümlerde varyans analizi sonuçları Tablo 7'de verilmiştir. Tüm spor dallarında test yükündeki artışa bağlı olarak, V_{maks} , F_{maks} , P_{maks} değişkenlerinde test yükleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuş (sırasıyla; $F_{(4,204)}= 201.15$, $p<.05$; $F_{(4,204)}= 5.98$, $p<.05$; $F_{(4,204)}= 11.29$,

$p<.05$) ancak, p_{maks} değişkeni test yükleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık göstermemiştir. Çoklu karşılaştırmalar sonrasında V_{maks} , F_{maks} , P_{maks} değişkenlerinde tüm test yüklerinin birbirlerinden istatistiksel olarak farklı olduğu bulunmuştur. Test yüklerinde sadece p_{maks} değişkeninde spor dalları arasında farklılık istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($F_{(4,51)}= 4.37$, $p<.05$). Tukey testi sonrasında, P_{maks}

Çabuk Kuvvet Bileşenlerinin Analizi

değişkeninde atletizm-basketbol ve atletizm-hentbol spor dalları arasındaki farkların istatistiksel olarak farklı olduğu bulunmuştur (sırasıyla; -2.24 ± 0.67 kgm.s^{-1} ve -2.55 ± 0.67 kgm.s^{-1}).

Tablo 7. V_{maks} , F_{maks} , P_{maks} ve p_{maks} değişkenlerinde spor dalları arası fark istatistikleri (n = 56)

Değişkenler	% 1TM		Spor Dalı		Test Yüğü*Spor Dalı Etkileşimi	
	F	p	F	p	F	p
V_{maks} (m.s^{-1})	201.15	0.00 *	1.40	0.25	1.05	0.41
F_{maks} (N)	5.98	0.00 *	1.35	0.26	0.53	0.93
P_{maks} (W)	11.29	0.00 *	1.37	0.26	0.80	0.69
p_{maks} (kgm.s^{-1})	0.43	0.79	4.37	0.01 *	0.94	0.52

* $p < .05$

Buna ek olarak, test yüğü-spor dalı etkileşiminin istatistiksel olarak anlamlı olmadığı belirlenmiştir. İncelenen değişkenlerde test yüğü-spor dalı değişimi şekil-3'de verilmiştir. İncelenen değişkenlerde, tüm spor dalları test yükünlerinde artış ortaya koymakla beraber bu değişim trendinin benzer olduğu görülmüştür.

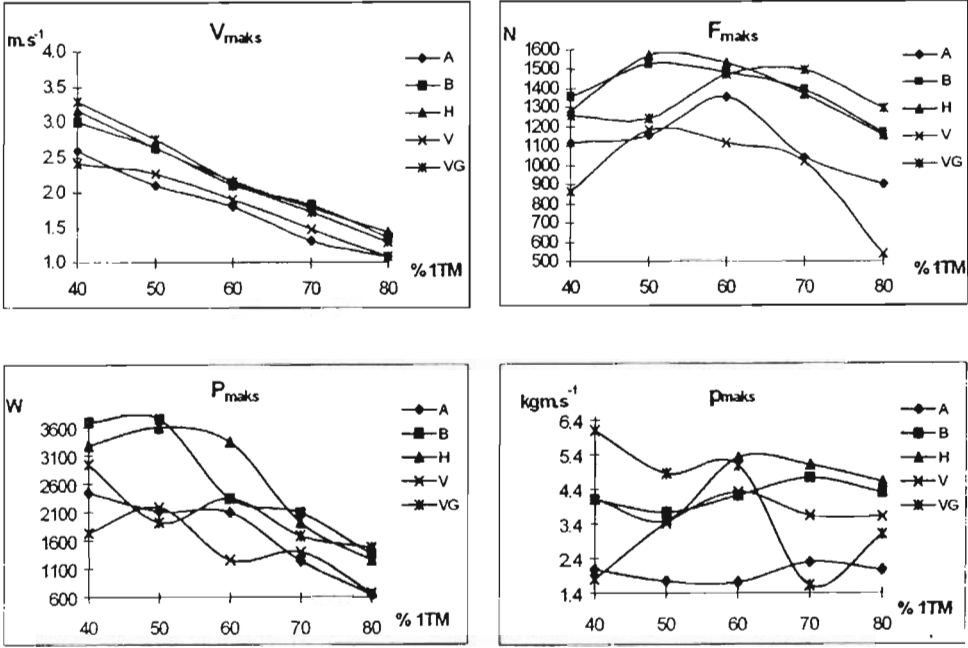
Test yükleri içerisinde incelenen de-

ğişkenlere ait maksimize olan değerler ile 1TM arasında bulunan ilişki katsayıları tablo 8'de verilmiştir. 1TM ile MV_{maks} ($r = -0.18$, $p > .05$) ve MP_{maks} ($r = 0.20$, $p > .05$) arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunamamıştır. Buna karşın, 1TM ile MF_{maks} ve Mp_{maks} arasında pozitif yönde düşük ancak istatistiksel olarak anlamlı ilişki olduğu bulunmuştur (sırasıyla; $r = 0.39$, $p < .05$, $r = 0.33$, $p < .05$).

Tablo 8. 1TM ile MV_{maks} , MF_{maks} , MP_{maks} ve Mp_{maks} değişkenleri arası ilişki (n = 57)

Değişkenler	1TM r	p
MV_{maks} (m.s^{-1})	-0.18	0.184
MF_{maks} (N)	0.39	0.003 *
MP_{maks} (W)	0.20	0.150
Mp_{maks} (kgm.s^{-1})	0.33	0.013 *

* $p < .05$



Şekil 3. Bench press hareketine ait 1TM'nin relatif test yüklerinde farklı spor dallarının elde ettikleri hız (V_{maks}), kuvvet (F_{maks}), mekanik güç (P_{maks}) ve doğrusal momentum (ρ_{maks}) değişimleri; A= Atletizm'in atma ve atlama sporcuları, B= Basketbol oyuncusu, H= Hentbol oyuncusu, V= Voleybol oyuncusu ve VG= Amatör vücut geliştiriciler.

TARTIŞMA ve SONUÇ

Bu araştırmanın amacı; 1TM üzerinden hesaplanan relatif test yüklerinde ölçülen hız, kuvvet, mekanik güç ve doğrusal momentum değişkenlerine ait maksimum değerler açısından spor dalları (atletizm, basketbol, hentbol, voleybol, vücut geliştirme) arası farkları ve bu test yükleri içerisinde değişkenlere ait meydana gelen en yüksek değerler ile dinamik maksimum kuvvet arası ilişkileri araştırmaktır. Bu çalışmada, elastik ve patlayıcı kuvvet gerektiren spor dala-

rında (atletizm'de atma ve atlama branşları, basketbol, hentbol ve voleybol) performans sporu yapan sporcuların ve amatör vücut geliştiricilerin dinamik maksimum kuvvetleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı bulunmuştur. Bununla birlikte, 1TM'nin relatif test yüklerine karşılık gelen ağırlıklar açısından da spor dalları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır. Dolayısıyla, bu araştırma grubunun farklı spor dallarıyla uğraşmalarına rağmen benzer maksimum kuvvete

ve test yüklerine sahip oldukları görülmüştür. Izquierdo ve arkadaşları (2002), antrenman yaşı 7.5 ile 11.5 arasında değişen halter, bisiklet, uzun mesafe ve hentbol spor dallarında performans sporu yapan sporcuların dinamik maksimal kuvvetleri arasında anlamlı farklılık olduğunu ve bu farklılığın da uzun bir antrenman geçmişine bağlı adaptasyondan veya kas fibril dağılımından kaynaklandığını belirtmişlerdir. Bu çalışma, 1TM ve relatif test yüklerine karşılık gelen ağırlıklar açısından Izquierdo ve arkadaşlarının (2002) bulgularıyla paralellik göstermektedir. Buna göre, araştırma grubu içerisinde yer alan ve farklı kuvvet antrenmanı deneyimine sahip sporcu gruplarına ait uzun süreli antrenman adaptasyonlarının dinamik maksimum kuvvet üzerinde bir farklılaşmaya neden olmadığı görülmektedir. Dolayısıyla, 1TM ve relatif test yüklerine karşılık gelen ağırlıkların, bench press hareketi sırasında ortaya konulan hız, kuvvet, mekanik güç ve doğrusal momentum değişkenleri üzerinde incelenen spor dalları açısından benzer etkiye sahip olduğu söylenebilir.

Literatürde dış direncin artmasına bağlı olarak hareketin hızının azaldığı belirtilmektedir (Kaneko ve ark., 1983; Mayhew ve ark., 1997; Powers, 1990; Zatsiorsky, 1995). Jones, Hunter, Fleising, Escamilla ve Cemale (1999), antrene bireylerde bench press hareketi hızının 1TM'nin %50, %75 ve %90'ında farklılaştığını ve artan yüke bağlı olarak

hareketin hızında azalma olduğunu ve 1TM'nin %50'sinde konsentrik bench press hızının 1.32 m.s^{-1} , %75'inde 0.64 m.s^{-1} , %90'ında 0.42 m.s^{-1} olduğunu belirtmektedirler. Cronin, McNair ve Marshall (2003), bench press hareketinde MV_{maks} 'ın, test yükündeki artışla beraber azaldığını ve 1TM'nin %30'unda $1.49 \pm 0.15 \text{ m.s}^{-1}$, 1TM'nin %80'inde de $0.68 \pm 0.16 \text{ m.s}^{-1}$ hız değerlerine ulaşıldığını belirtmişlerdir. Bu çalışmada, spor dallarına göre V_{maks} değerlerinin 1TM'nin %39.9'unda 2.41 ile 3.29 m.s^{-1} arasında, 1TM'nin %49.9'unda 2.11 ile 2.76 m.s^{-1} arasında, 1TM'nin %59.9'unda 1.79 ile 2.16 m.s^{-1} arasında, 1TM'nin %70.0'inde 1.30 ile 1.83 m.s^{-1} arasında ve 1TM'nin 80'inde 1.08 ile 1.42 m.s^{-1} arasında bir değişim göstererek azalma eğilimi ortaya koyduğu bulunmuştur. Buna ek olarak, test yükündeki artışa bağlı bu azalma eğiliminin istatistiksel yönden anlamlı olduğu bulunmuştur ($F_{(4,204)} = 201.15, p < .05$). Bu bağlamda, Jones ve arkadaşları (1999), Izquierdo ve arkadaşları (2002) ve Cronin ve arkadaşlarının (2003) bench press'e ait hareketin hızı ile ilgili sonuçlarının, bu çalışma bulgularına oranla daha düşük olduğu görülmektedir. Bu çalışmada diğer araştırmalara oranla test yüklerinde elde edilen hızların yüksek bulunmasının bir nedeni, bu çalışmada harekete ait yer değiştirme verisinin üç ayrı boyutta, diğer araştırmalarda ise tek boyutta toplanması olabilir. Almasbakk ve Hoff (1996), direnç antrenmanlarında hıza ve

ya yüke özel kronik kas uyumlarını, sadece uygulanan hareket hızının harekete katılan kas gruplarını aktive edebilme yeteneğini geliştirmesi ile meydana getirdiğini belirtmektedirler. Bu bağlamda hareketin hızının farklılık göstermesinin diğer bir nedeni ise, direnç antrenmanlarında uygulanan değişik hareket hızlarının farklı kas fibril tipi dağılım özelliklerine sahip sporcularda harekete katılan kas grubun farklı oranlarda aktive etmesi olabilir. Bu araştırmada, spor dalları arası ve test yükü-spor dalı etkileşimi farkları istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. Aynı çalışma yüklerinde benzer maksimum kuvvetlere sahip sporculara ait hareket hızlarının istatistiksel olarak benzer bulunması, incelenen spor dallarında uygulanan antrenman programlarının farklı yük-hız özelliğine yönelik olmasından ve uzun süreli benzer antrenman adaptasyonundan kaynaklanabileceğini düşündürmektedir.

Test yükündeki artışa bağlı olarak daha fazla kuvvet gereksinimi nedeniyle, hareketin hızı yavaşlamaktadır. Yüksek yükler çok çabuk bir şekilde hareketlendirilememekte ve bu nedenle de konsantrik süre uzamaktadır. Bununla birlikte, bar ve ağırlık sistemi hızlı bir şekilde hareketlendirildiğinde ise ortaya konan en yüksek maksimum kuvvet (MF_{maks}), düşük yüklerde daha az olabilmektedir. Newton ve arkadaşları (1997), bench press atışı hareketinde en yüksek MF_{maks} 'ın (1000 N) 1TM'nin %90'ında, en düşük maksimum kuvveti ise (700 N)

1TM'nin %15'inde meydana geldiğini belirtmişlerdir. Newton ve arkadaşlarının (1997) bulgularına benzer olarak Cronin ve arkadaşları (2003), bench press hareketinde MF_{maks} 'ın test yüklerindeki artışa paralel bir artış ortaya koyduğunu ve 1TM'nin %30'unda 414.1 ± 74.7 N, 1TM'nin %80'inde 826.3 ± 138.2 N, değerlere ulaşıldığını belirtmişlerdir. Bu çalışmada ise ortaya konulan MF_{maks} değerinin basketbol, hentbol ve voleybolda test yükleri içerisinde 1TM'nin %49.9'unda meydana geldiği, atletlerde 1TM'nin %59.9'unda ve amatör vücut geliştiricilerde ise 1TM'nin %70.0'inde olduğu bulunmuştur. En düşük değerler ise atletizm, basketbol, hentbol ve voleybol spor dallarında 1TM'nin %80'inde elde edilirken, vücut geliştiricilerde 1TM'nin %49.9'unda gözlenmiştir. Buna göre, yükün artmasına bağlı olarak basketbol, hentbol ve voleybolda 1TM'nin %49.9'una kadar, atletlerde %59.9'una kadar artış eğilimi ve daha sonra yükteki artış ile birlikte bir azalma gözlenirken, vücut geliştirmede ise 1TM'nin %70'ine kadar test yükündeki artışa bağlı olarak ortaya konulan F_{maks} azalmıştır. Buna ek olarak, test yüklerindeki bu değişim istatistiksel yönden anlamlı bulunmakla beraber ($F_{(4,204)} = 5.98$, $p < .05$), spor dalları arası ve test yükü-spor dalı etkileşimi farkları anlamlı bulunmamıştır. Newton ve arkadaşları (1997), istemli yüksek hızda uygulanan konsantrik kasılmada F_{maks} 'ın artan yüke bağlı olarak ağırlıktan kaynaklanan

bir artışa sahip olduğunu, ancak bununla beraber düşük yüklerde de yüksek bir ivmelenme sonucu da önemli miktarda kuvvet çıktısı ortaya konabileceğini belirtmektedirler. Dolayısıyla basketbol, voleybol, hentbol ve atletlerde MF_{maks} değerinin orta yüklerde elde edilmesinin büyük oranda ivmelenmenin katkısından dolayı meydana geldiği düşünülmektedir. Bununla birlikte her ne kadar da 1TM spor dalları arası farklılık göstermese de, vücut geliştiricilerde MF_{maks} değerinin diğer spor dallarına oranla daha yüksek relatif bir yükte elde edilmesi yüksek yük-düşük hızda yapılan antrenman geçmişinden kaynaklanabilmektedir.

Bu çalışmada, spor dalları açısından en düşük P_{maks} 1TM'nin %80'inde bulunurken, en yüksek değerler ise spor dalları arasında farklılık göstermiştir. Atletlerde ve vücut geliştiricilerde en yüksek değer 1TM'nin %39.9'unda (sırasıyla; 2445.93 ±2531.98 W, 2940.80 ±1701.66 W) gözlenirken, basketbol, hentbol ve voleybolda 1TM'nin %49.9'unda (sırasıyla; 3743.77 ±3342.63 W, 3603.12 ±2731.02 W, 2183.78 ±2936.29 W) bulunmuştur. Bununla birlikte, p_{maks} 'ın genel olarak spor dallarında artan test yükü ile birlikte giderek azaldığı ve bu azalmanın yükler arasında istatistiksel olarak anlamlı olduğu bulunmuştur ($F_{(4,204)}=11.29$, $p<.05$). Literatürde, alt ve üst ekstremitelere ait artan test yüklerinde mekanik güç değişimi ile ilgili olarak bir çok araştırma bulunmaktadır. Newton ve arkadaşları (1997), bench press hareke-

tindeki test yükleri içerisinde (1TM'nin %15-100'ü aralığındaki yükler) en yüksek maksimum mekanik gücü 400 ile 1000 W arasında olduğunu, Siegel ve arkadaşları (2002) ise maksimum mekanik gücün, 1TM'nin %30'u ile %90'ı arasındaki test yüklerinde %10'luk artışa bağlı olarak 454 W'dan 214 W'a azaldığını bununla birlikte, en yüksek maksimum mekanik gücün 1TM'nin %40-60'ı arasında meydana geldiğini belirtmişlerdir. Buna benzer bir çalışmada, Mayhew ve arkadaşları (1997) bench press hareketine ait 1TM'nin %30, 40, 50, 60, 70 ve 80'indeki artan test yüklerinde en yüksek maksimal mekanik gücün 1TM'nin %40'ında meydana geldiğini, antrenman öncesi 437.0±138.6 W ve antrenman sonrası da 474.2±121.7 W olduğunu bulmuşlardır. Cronin ve arkadaşları (2000), bench press hareketinde en yüksek ortalama mekanik gücün 1TM'nin %60'ında olduğunu, en düşük mekanik gücün ise 1TM'nin %80'inde (antrenman öncesi= 268.9±83.1 W ve antrenman sonrası= 333.8±69.9 W) meydana geldiğini belirtmişlerdir. Newton ve arkadaşları (1997) konsentrik olarak yapılan bench press hareketinde, artan yüke bağlı olarak hareketin hızının azaldığını, bununla birlikte en yüksek ortalama mekanik gücün 1TM'nin %30'u (563±104 W) ve %45'inde (560±86 W) olduğunu bulmuşlardır. Ayrıca, en yüksek maksimum mekanik gücün 1TM'nin %15 ve %30'unda meydana geldiğini ve test yükündeki artış ile birlikte azaldı-

ğini belirtmişlerdir. Izquierdo ve arkadaşları (2002), bench press hareketinde en yüksek ortalama mekanik gücün hentbol ve haltecilerde (sırasıyla; 468 ± 76 W, 486 ± 100 W) 1TM'nin %30'unda, sedenter grup, orta mesafe koşucuları ve bisikletçilerde (sırasıyla; 272 ± 72 W, 269 ± 45 W, 266 ± 30 W) 1TM'nin %45'inde meydana geldiğini bulmuşlardır. Buna ek olarak test yükündeki değişimle birlikte ortaya konulan maksimal mekanik güç değerlerinin spor dalları (hentbol, halter, orta mesafe koşusu, bisiklet ve sedanter grup) arasında istatistiksel olarak farklılık gösterdiğini belirtmişlerdir. Bu çalışmada, artan yüke bağlı olarak spor dallarında ortaya konulan mekanik güç değerleri Mayhew ve arkadaşlarının (1997) bulgularıyla benzerlik göstermiş, atletler hariç diğer spor dallarında Mayhew ve arkadaşları (1997) ve Newton ve arkadaşlarının (1997) çalışmalarında olduğu gibi test yükündeki artış ile birlikte de azalma eğiliminde olduğu görülmüştür. Boldog ve arkadaşları, 1TM'nin %70-%80'i ve %30-40'ında yapılan antrenmanların squat hareketinde maksimal istemli kasılmayı artırdığını, bununla birlikte yüksek yükte çalışan grubun yüksek kasılma hızı; düşük yükte çalışan grubun da düşük kasılma hızı sergilediklerini belirtmişlerdir (Pampus ve ark 1989). Test yükündeki artışa bağlı olarak en yüksek maksimal mekanik gücün Mayhew ve arkadaşları (1997) 1TM'nin %40-50'si, Baker ve arkadaşları (2001) %46-62'si,

Newton ve arkadaşları (1997) %30-45'i arasındaki yüklerde, Wilson ve arkadaşları (1993) ve Kaneko ve arkadaşları (1983) %30'unda, Mayhew ve arkadaşları (1997) %40'ında, Cronin ve arkadaşları (2000) %60'ında meydana geldiğini belirtmektedirler. Bu çalışmada en yüksek P_{maks} , 1TM'nin %40 ile %50'sinde ortaya konulmuş ancak bununla birlikte, spor dalları arası ve yük-spor dalı etkileşimi farkları istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. Izquierdo ve arkadaşları (2002), halter, hentbol, orta mesafe ve bisiklet sporcuları ile sedanter bireylerin bench press hareketine ait dinamik maksimal kuvvetlerinin birbirlerinden farklı olmasına rağmen, ortaya konulan maksimal mekanik güçleri arasında istatistiksel yönden anlamlı farklılık olmadığını belirtmektedirler. Izquierdo ve arkadaşlarının (2002) bulgularına paralel olarak bu çalışmada, artan yüke bağlı ortaya konulan P_{maks} değerleri spor dalları arasında istatistiksel olarak anlamlı bulunmazken, P_{maks} değerlerindeki azalmanın tüm spor dallarında benzer bir eğilim sergilediği görülmüştür. Buna göre dinamik maksimal kuvvetin Izquierdo ve arkadaşlarının (2002) çalışmasında olduğu gibi farklılaşması veya bu çalışmada olduğu gibi spor dalları arasında farklılık göstermemesi maksimal mekanik gücü etkileyen bir faktör gibi görünmemektedir. Hakkinen ve Komi (1986), büyük olasılıkla çabuk kuvvet antrenmanlarında yer alan egzersizlerin patlayıcı özellik taşıması durumunda sinir-

sel programlamada meydana gelen adaptasyonun, çabuk kuvvet gelişimini sağlamadığını belirtmektedirler. Dolayısıyla bu çalışmada, 1TM'nin spor dalları arasında farklılık göstermemesi ve bununla birlikte p_{maks} değerlerinin spor dalları arasında benzer oluşu, bench press geçmişinin mekanik güce yönelik kronik kuvvet antrenmanı uyumunu sağlamadığını göstermektedir.

Literatürde çabuk kuvvetin bir göstergesi olarak maksimal mekanik güç sıklıkla kullanılmakla birlikte (Cronin ve ark., 2000; Izquierdo ve ark., 2002; Kaneko ve ark., 1983; Mayhew ve ark., 1997; Newton ve ark., 1997; Stone ve ark., 2003) doğrusal momentumun da hesaplandığı (Pampus ve ark., 1989) bir çalışma yer almaktadır. Mekanik güç hesabında yerdeğiştirme verisinin ikinci türevinin, doğrusal momentum hesabında ise birinci türevin bulunması gerekmektedir. İnsan hareketine ait kinematik veriye ölçüm ortamından kaynaklanan farklı frekans ve miktarda gürültü sinyalleri karışmaktadır ve gerçek kinematik veri içerisinde hatalara neden olmaktadır. Dolayısıyla, birinci türev için bu hata 2 katına, ikinci türev hesabında da 4 katına çıkmaktadır (Bartlett, 1997). Gürültü sinyallerinin gerçek veriden uzaklaştırılmasında filtreleme tekniği yeterli olmadığında, birinci türev hesabının daha az hatayı içermesi nedeniyle doğrusal momentum çabuk kuvvetin göstergesi olarak bir avantaja sahip olabilir. Buna ek olarak, hareketin başında bara uygulanan kuv-

vet kaldırılan ağırlıktan daha yüksektir ve ivmelenme artar, hareketin sonunda ise azalan kuvvete bağlı olarak ivmelenme de azalır ve kuvvet, bardaki ağırlığa eşit hale gelir (Zatsiorsky, 1995). Böyle bir hareket sırasında, hareket yönünde çalışan kasların kütleyle karşı mümkün olan en kısa sürede uyguladığı kuvvete bağlı olarak meydana getirdiği maksimal performans, hareketin hızındaki değişim ve kütlelerin bir etkileşimidir. Bu durumda, ivmelenen bir kütlelerin doğrusal momentumu çabuk kuvvetle ilgili kassal performansın belirleyicisi olarak kullanılabilir (Pampus ve ark., 1989). Bu araştırmada, doğrusal momentuma ilişkin olarak en düşük değerler atletizm, basketbol ve hentbolda 1TM'nin %49.9'unda (sırasıyla; $1.74 \pm 2.45 \text{ kgm.s}^{-1}$, $3.72 \pm 3.32 \text{ kgm.s}^{-1}$, $3.49 \pm 3.76 \text{ kgm.s}^{-1}$) voleybolda 1TM'nin %39.9'unda ($1.80 \pm 2.01 \text{ kgm.s}^{-1}$) ve vücut geliştirmede 1TM'nin %70'inde ($1.62 \pm 1.31 \text{ kgm.s}^{-1}$) gözlenmiştir. En yüksek değerler ise atletizm ve basketbol'da 1TM'nin %70'inde (sırasıyla; $2.28 \pm 2.85 \text{ kgm.s}^{-1}$, $4.72 \pm 4.20 \text{ kgm.s}^{-1}$), hentbol ve voleybolda 1TM'nin %59.9'unda (sırasıyla; $5.32 \pm 4.37 \text{ kgm.s}^{-1}$, $4.32 \pm 2.83 \text{ kgm.s}^{-1}$) ve vücut geliştirme'de 1TM'nin %39.9'unda ($6.10 \pm 3.51 \text{ kgm.s}^{-1}$) bulunmuştur. p_{maks} 'ın vücut geliştirme hariç atletizm ve basketbolda 1TM'nin %70'ine kadar, hentbol ve voleybolda %59.9'una kadar test yüklerindeki artışa bağlı olarak arttığı, bundan sonraki test yüklerinde azalma eğilimi sergilediği gö-

rülmüştür. Test yüküne bağlı olarak meydana gelen bu değişimlerin test yükleri arasında ve test yükü-spor dalı etkileşiminde istatistiksel olarak anlamlı olmadığı bulunmuştur. Pampus ve arkadaşları (1989), 50 kg'lık bir eşik yükünde maksimum doğrusal momentumun 30 kgm.s^{-1} , 70 kg'lık bir yükte de 40 kgm.s^{-1} olduğunu belirtmişlerdir. Pampus ve arkadaşlarının (1989) çalışmalarında elde ettikleri bu değerler hızdaki değişim miktarı belirlenmeden hesaplanmıştır ve bu nedenle, bu çalışma bulguları ile benzerlik göstermemektedir. Bu çalışmada, spor dalları arası fark ise istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($F_{(4,51)}= 4.37$, $p<.05$) ve dolayısıyla, spor dallarının 1TM'nin relatif yüklerine karşılık gelen test yüklerine farklı hız değişimleri sağladıkları söylenebilir. Bununla birlikte doğrusal momentumun, en yüksek maksimum kuvvete sahip vücut geliştiricilerde en yüksek değere ulaştığı, ancak ikinci sırada en yüksek 1TM'ye sahip atletlerde ise en düşük değere ulaştığı görülmüştür. Her ne kadar tüm spor dalları en yüksek hareket hızını benzer şekilde en düşük relatif test yükünde (1TM'nin %39.9'u) ortaya koysalar da, en yüksek doğrusal momentum değerini değişik test yüklerinde meydana getirdikleri görülmektedir. Buna göre, maksimum kuvvetleri ve test yüklerinde spor dalları arasında istatistiksel olarak farklılık bulunmadığından, artan test yüklerinde oluşan hız değişimi ve kütle etkileşiminin kütle tarafından değil de daha çok hızda

meydana gelen değişimden kaynaklandığı düşünülmektedir. Dolayısıyla kütle hız etkileşiminin, spor dalının kuvvet antrenmanı deneyimine bağlı olarak meydana gelen uzun süreli kronik uyumu daha iyi yansıttığı söylenebilir.

Yüksek şiddette uygulanan kuvvet antrenmanları kas kuvvetinde bir artış sağlarken, mekanik güçte bir gelişime neden olmayabilir (Wilson ve ark., 1996). Ancak, literatürde maksimum kuvvette meydana gelen artışın dikey sıçrama mesafesinde ve ortaya konan güçte bir artışa neden olduğu belirtilmektedir (Mayhew ve ark., 1997; Wilson ve ark., 1993). Bununla birlikte Bemben ve McCalip (1999), 1TM ile maksimum mekanik güç ($r=0.76$) ve ortalama mekanik güç arasında ($r=0.80$) istatistiksel olarak anlamlı ve yüksek derecede bir ilişki olduğunu belirtmişlerdir. Buna ek olarak Moss ve arkadaşları (1997), konsentrik biceps curl hareketinde 1TM ile maksimum mekanik güç arasındaki ilişkinin yüksek düzeyde ($r=0.93$) olduğunu; Stone ve arkadaşları (2003) konsentrik squat hareketinde 1TM'nin %50'sinde ve aktif squat hareketinde 1TM'nin %40'ında elde edilen mekanik güç değeri ile 1TM arasında yüksek düzeyde ilişki (sırasıyla; $r=0.94$, $r=0.88$) olduğunu bildirmişlerdir. Pampus ve arkadaşları (1989) ise maksimum izometrik kuvvet ile maksimum enerji transferinin meydana geldiği eşik yüküyle yüksek düzeyde ilişkili ($r=0.92$) olduğunu belirtmişlerdir. Bu çalışmada ise 1TM ile en yüksek maksimi-

mum kuvvet (MF_{maks}) ve en yüksek maksimum doğrusal momentum (MP_{maks}) arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunmuştur (sırasıyla; $r=0.39$, $p>.05$; $r=0.33$, $p>.05$). 1TM ile MF_{maks} ilişki katsayısı literatürde belirtildiği gibi yüksek düzeyde olmamakla birlikte istatistiksel olarak anlamlı bulunsada 1TM'nin, benzer dinamik maksimum kuvvete sahip sporcularda bench press hareketinde ortaya konan hıza, kuvvete, mekanik güce ve doğrusal momentuma ait maksimum değerleri belirleyen bir faktör olarak görülmemektedir.

Sonuç olarak bu çalışmada, üst ekstremiteye ait bench press hareketi sırasında ortaya konulan maksimal hızın test yükündeki artmaya bağlı olarak azaldığı, bununla birlikte kuvvet, kassal mekanik güç ve doğrusal momentumun test yüklerindeki artışa paralel olmayan artma ve azalma meydana geldiği görülmüştür. Buna ek olarak, doğrusal momentum hariç hız, kuvvet ve mekanik güç değişkenlerinde test yükleri arasında anlamlı fark bulunmuştur. Spor dallarında bench press hareketinin hızı (MV_{maks}) 1TM'nin %39.9'unda en yüksek değerine ulaşırken, MF_{maks} 1TM'nin %49.9-%70'i, MP_{maks} 1TM'nin %39.9-%49.9'u ve MP_{maks} 1TM'nin %49.9-%70'i arasında değiştiği bulunmuştur. Bench press hareketi sırasında ortaya konulan maksimal hız, kuvvet ve kassal mekanik gücün farklı kuvvet antrenmanı geçmişine sahip hentbol, basketbol, voleybol, vücut geliştirme ve atletizmin at-

ma ve atlama spor dalları arasında benzer olduğu; doğrusal momentum'un ise incelenen spor dalları arasında farklılaştığı görülmüştür. Buna ek olarak, 1TM ile test yükleri içerisinde en yüksek maksimal hız, kuvvet, mekanik güç ve doğrusal momentum değerleri arasında literatürde belirtildiği gibi yüksek düzeyde bir ilişki bulunamamıştır. Bu bağlamda, çabuk kuvvet gerektiren spor dallarındaki değişik hareket kalıplarının ve kuvvet antrenmanı geçmişinin vücut geliştiricilere oranla kuvvet-hız eğrisinde, dolayısıyla da maksimum doğrusal momentumda bir farklılaşmaya neden olduğu düşünülmektedir.

Yazışma Adresi (Corresponding Address):

Dr. Alper AŞÇI

Hacettepe Üniversitesi

Spor Bilimleri ve Teknolojisi Yüksekokulu

06532 Beytepe / ANKARA

Elektronik posta: aasci@hacettepe.edu.tr

KAYNAKLAR

- Abdessemed, D. Danche, P. Hautier, C. Pournement, G. & Bedu, M. (1999). Effects of recovery duration on muscular power and blood lactate during the bench press exercise, **International Journal of Sports Medicine**. 20, 368-373.
- Abendroth-Smith, J. & Griswold, S. (1998). The effects of grip with on bench press performance using novice lifters. **North American Congress on Biomechanics**. Ontario: Canada.
- Almasbakk, B. & Hoff J. (1996). Coordination, the determinant of velocity specificity? **Journal of Applied Physiology**. 81, 2046-2052
- Baker, D., Nance, S. & Moore, M. (2001). The lo-

- ad that maximizes the average mechanical power output during explosive bench press throws in highly trained athletes. **Journal of Strength and Conditioning Research.** 15(1), 20-24.
- Ballantayne C. S. & Sale, D. G. (1999). Effect of different rest intervals on fatigue in resistance training. **Journal of Strength and Conditioning Research.** 13, 422-435.
- Bartlett, R. (1997). **Introduction to Sports Biomechanics.** London: Chapman&Hall.
- Behm, D.G. & Sale, D.G. (1993). Intended rather than actual movement velocity determines velocity-specific training response. **Journal of Applied Physiology.** 71, 359-368.
- Bemben, M. G. & McCalip, G. (1999). Strength and power relationships as a function of age. **Journal of Strength and Conditioning Research.** 13(4), 330-338.
- Callaway, W.C., Chumlea, W.C., Bouchard, C. John, H.H., Lohman, T.G., Martin, C.D., Mueller, W.H., Roche, A.F. & Seefeld, W.D. (1988). Circumferences. In T.G. Lohman, A.F. Roche, R. Martorell (Eds) **Anthropometric Standardization Reference Manual.** (pp 39-54) Champaign: Human Kinetics.
- Cronin, J. B., McNair, P. J. & Marshall R. N. (2000). The role of maximal strength and load on initial power production. **Medicine and Science in Sports and Exercise.** 32, 1763-1769.
- Cronin, J. B., McNair, P. J. & Marshall R. N. (2003). Force-velocity analysis of strength-training techniques and load: Implications for training strategy and research. **Journal of Strength and Conditioning Research.** 17(1), 148-155.
- Hakkinen, K. & Komi, P. V. (1986). Training-induced changes in neuromuscular performance under voluntary and reflex conditions. **European Journal of Applied Physiology.** 55, 147-155.
- Harrison, G.G., Buskirk, E.R., Carter, J.E.L. Johnson, F.E., Lohman, T.G., Pollock, M.L., Roche, A.F. & Wilmore, J. (1988). Skinfold Thickness and Measurement Technique. In T.G. Lohman, A.F. Roche, R. Martorell (Eds) **Anthropometric Standardization Reference Manual.** (pp 55-70) Champaign: Human Kinetics.
- Izquierdo, M., Hakkinen, K., Gonzalez-Badillo, J. J., Ibanez, J. & Gorostiaga, E. M. (2002). Effects of long-term training specificity on maximal strength and power of upper and lower extremities in athletes from different sports. **European Journal of Applied Physiology.** 87, 264-271.
- Jones, K. Hunter, G., Fleising, G., Escamilla, R. & Cemale, L. (1999). The effects of compensatory acceleration on upper-body strength and power in collegiate football players. **Journal of Strength and Conditioning Research.** 13, 99-105.
- Kaneko, M., Fuchimoto, T., Toji, H. & Suei, K. (1983). Training effect of different loads on the force-velocity relationship and mechanical power output in human muscle. **Scandinavian Journal of Sports Science.** 5(2), 50-55.
- Kanehisa, H. & Miyashita, M. (1983). Specificity of velocity in strength training. **European Journal of Physiology and Occupational Physiology.** 52, 104-106.
- Madsen, N. & McLaughlin, T. (1984). Kinematic factors influencing performance and injury risk in the bench press exercise. **Medicine & Science in Sports and Exercise.** 16(4), 376-381.
- Mayhew, J. L., Wave J. S., Johns, R. A. & Bember M. G. (1997). Changes in upper body power following heavy-resistance strength training in college men. **International Journal of Sports Medicine.** 18, 516-520.
- Moss, B.M., Refsnes, P.E., Abildgarrd, A., Nicolayson, K. & Jensen, J. (1997). Effects of maximal effort strength training with different

- loads on dynamic strength, cross-sectional area, load-power and load-velocity relationships. **European Journal of Physiology and Occupational Physiology.** 75, 193-199.
- Newton, R. U., Kraemer, W. J., Hakkinen, K. & Murpy, A. J. (1997). Influence of load and stretch-shortening cycle on the kinematics, kinetics and muscle activation that occurs during explosion upper body movements. **European Journal of Physiology and Occupational Physiology.** 75, 333-342.
- Pampus, B., Lehnertz, K. & Martin, D. (1989). The effect of different load intensities on the development of maximal strength and strength endurance. **Leistungssport.** 19(4), 20-27.
- Powers, S. K. & Howley, E. T. (1990). **Exercise Physiology: Theory and Application To Fitness and Performance.** Dubuque, Iowa: Wm. C. Brown Publishes.
- Rahmani, A., Viale, F., Dalleau, G. & Lacour, J. (2001). Force-velocity and power-velocity relationships in squat exercise. **European Journal of Applied Physiology.** 84, 227-232.
- Sale, D.G. (1992). Neural Adaptation to Strength Training. In: P.V. Komi (Ed) **Strength and Power in Sport.** London: Oxford Blackwell Scientific Publications.
- Schmidtbleicher, D. (1992). Training For Power Events. P. V. Komi (Ed), **Strength and Power in Sport.** Boston : Blackwell Scientific Publications, 381-395.
- Siegel, J. A., Gilders, R. M., Staron, R. S. & Hagerman, F. C. (2002). Human muscle power output during upper- and lower-body exercises. **Journal of Strength and Conditioning Research.** 16(2), 173-178.
- Stone, M.H., O'Bryant, H.S., McCoy, L., Coglianese, R., Lehmkuhl, M. & Schilling, B. (2003). Power and maximum strength relationships during performance of dynamic and static weighted jumps. **Journal of Strength and Conditioning Research.** 17(1), 140-147.
- Thomas, M., Fiatarone, M.A. & Fielding, R.A. (1996). Leg power in young women: Relationship to body composition, strength, and function. **Medicine & Science in Sports and Exercise.** 28, 1321-1326.
- Thompson, C.J. & Bemben, M.G. (1999). Reliability and comparability of the accelerometer as a measure of muscular power. **Medicine & Science in Sports and Exercise.** 31(6), 897-902.
- Wilson, G.J., Murphy, A.J. & Walshe, A. (1996). The Specificity of strength training: The effects of posture. **European Journal of Physiology and Occupational Physiology.** 73, 346-352.
- Wilson, G.J., Newton, R.U., Murphy, A.J. & Humphries, B.J. (1993). The optimal training load for the development of dynamic athletic performance. **Medicine & Science in Sports and Exercise.** 25, 1275-1286.
- Zatsiorsky, V. (1995). **Science and Practice of Strength Training.** Champaign: Human Kinetics.