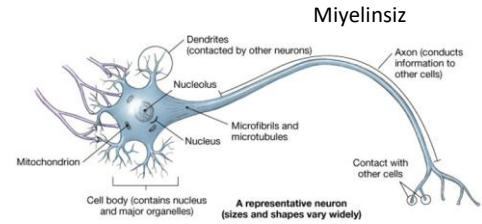


Miyelinleşme ve Potansiyel Performansa Ulaşma

Prof. Dr. Muzaffer ÇOLAKOĞLU
Ege Üniversitesi BESYO

Sinir Hücreleri (Nöronlar)

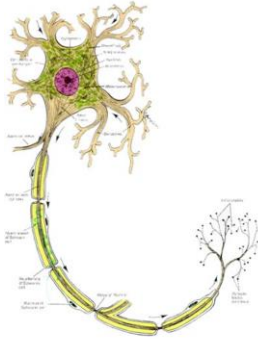


1

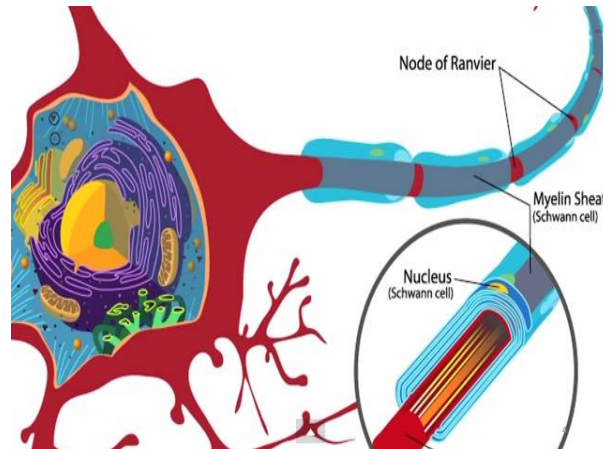
2

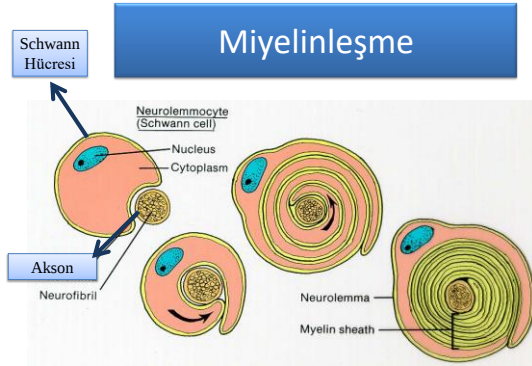
Sinir Hücreleri (Nöronlar)

Miyelinli



3





5



6

Sturrock RR ve McRae DA. Mitotic division of oligodendrocytes which have begun myelination.
J Anat. (1980), 131, 3, pp. 577-582

Yeterince büyüyen miyelin hücreleri mitoz bölünme ile çoğalırlar.

(Miyelini oluşturan hücrelerin büyümesinin bir sınırı vardır).

7

Miyelin Kılıf Sinirsel İletiyi Hızlandırır



8

Miyelinleşme, Bilişsel ve Fiziksel Performans Gelişimi için ÇOK ÖNEMLİ

Miyelin kalınlığı ve Ranvier boğumları arasındaki mesafe fonksiyonu optimize edecek şekilde düzenlenir.

Rushton (1951)

Miyelin, çocuğun bilişsel ve fiziksel yeteneklerinin gelişimi için çok önemlidir

Mayersburg ve Post, 1979; Travis, 1998

Miyelinleşmede Kritik Dönemler

Hamileliğin 16. haftasından itibaren miyelinleşme başlar

Doğum sonrası 1-12. aylar arasında hızlanır

Miyelinleşmenin en hızlı dönemi Puberte (ergenlik) dönemidir.

Puberte (ergenlik) en önemli dönem

Bu dönem sonunda miyelinleşmenin %95'i tamamlanır. Geriye sadece % 5'i kalır

Bu nedenle sportif becerilerin geliştirilmesinde en etkili dönem Puberte dönemidir.

Puberte dönemi kuvvet/güç koordinasyon gelişimi açısından en iyi şekilde değerlendirilmelidir.

9

Miyelinleşmeyi arttıran unsurlar

Nöroaktif hormonların
Roglio ve ark., 2008
Jordan ve ark., 2001
& büyüme faktörlerinin
(BF) artması
McMorris ve McKinnon, 1996

Schwann ve
Oligodendrosit

Sinir hücresinin uyarılması
ve aksonunda sinirsel
iletinin yayılması
Zalc ve Fields, 2000

Schwann ve
Oligodendrosit

11

Nöro-Aktif Hormonlar

Testosteron

Östrojen

Progesteron
vd

Bunların metabolitleri

Nasıl?

Jordan ve ark, 2001
Marin-Husstegea ve ark., 2004

Miyelinde protein üretimini artırarak

Schwann ve Oligodendrositlerin büyümelerini ve

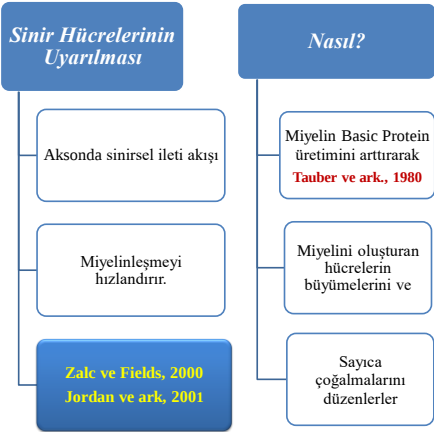
Bölünerek çoğalmalarını düzenlerler

Böylece miyelinleşmeyi hızlandırırlar.

Nöro-Aktif Hormonlar ve BF pubertede hızla artar.

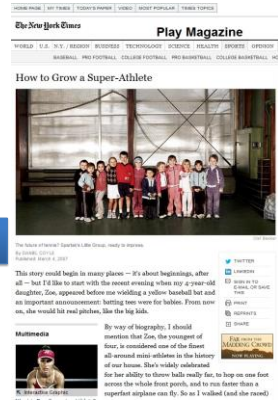
Boisseau ve Delamarche, 2000;
Christoforidis ve ark., 2005

12



13

New York Times
Daniel Coyle, 2007



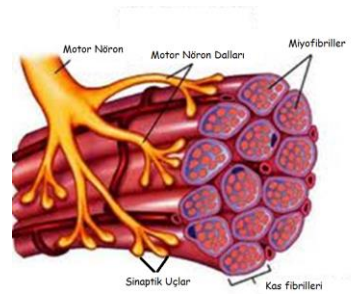
14

Dr.DOUGLAS FIELDS'in
Hendrix College Konferansı



15

Motor Üniteler



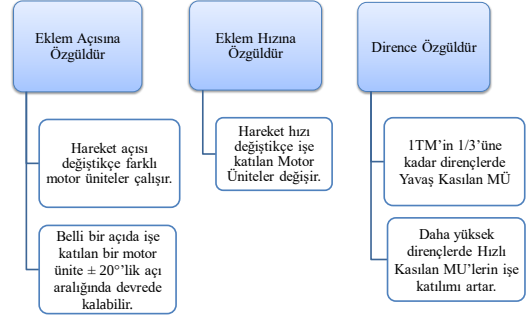
16

17

Motor Ünitelerin İşe Katılımı ve Miyelinleşme

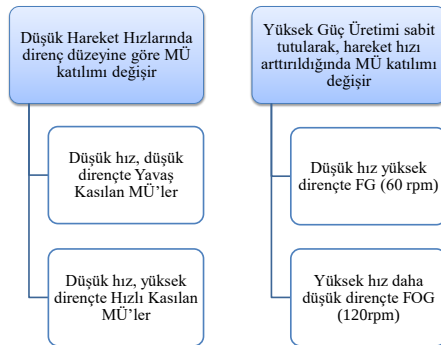
- Daha fazla MÜ'nin işe katılması bu MÜ'lerin sinir hücresinde elektriksel uyarının iletimi nedeniyle miyelinleşmeyi geliştirir.
- Daha önce yeterince işe katılmamış bir MÜ'nin sinir aksonunda miyelinleşme düzeyi düşüktür.
- Kuvvet/Güç üretimi arttıkça aynı anda işe katılan MÜ sayısı artar.
- Kuvvet antrenmanlarında tekrarlar ve setler, bazı MÜ'lerin yorulması ve yerine daha önce işe katılmamış yedek MÜ'lerin girmesine neden olur.
- Böylece yedek MÜ'lerde de miyelinleşme artar.
- Bu açıdan bakıldığında kuvvet/güç gelişimi de miyelinleşmeyle ilişkilidir.

Motor Ünitelerin İşe Katılım Şartları



18

Motor Ünitelerin İşe Katılım Şartları



19

Motor Ünitelerin İşe Katılım Şartlarına Göre Yaygın bir Miyelinleşme için Ne Yapmalı?

- Eklem Açısına Özgüllük**

 - Her eklem mümkün olduğunca farklı açılarda hareket etmesi sağlanmalı.
 - Aynı anda birden çok eklem farklı açılarda genişliklerde kullanıldığı drill yelpazesi programlarda kullanılmalı.

Eklem Hareket Hızına Özgüllük

 - Her eklem farklı hızlarda hareket etmesi sağlanmalı.
 - Aynı anda birden fazla eklem değişik hızlarda farklı hareket döngüleri kullanılmalı.
- Dirence Özgüllük**

 - Farklı açılarda kaldırışa başlayarak direnç düzeyleri değişik eklem açıları ve hızlar kullanılmalı.
 - Maksimal kuvvet üretimi sırasında kuvveti çok gelişmiş bir sporcuda bile o açıda devreye girebilecek tüm MÜ'ler aynı anda işe katılamazlar; en az %10'u yedek MÜ olarak, yorulanların yerini almayı bekler.
 - Antrenmansızlarda Maksimal İstemi Kasilma sırasında yedek MÜ miktarı çok daha yüksek.

20

Pubertede Çok Yönlü Hareket Eğitimi Miyelinleşmeyi Geliştirir

Uzun seneler tekrarlanan teknik drilller o drill'de kullanılan kaslarda uygulama hızı, güç üretimi ve eklem açılarına uygun bir miyelinleşme sağlayacaktır.

Bu sadece işe katılan motor ünitelerin değil, istemli kasılmalarda **MSS'den hedef kaslara sinirsel iletiyi götüren tüm sinir hücreleri ve...**

Golgi Tendon Organından ve Kas içiğinden refleks oluşturacak bilgiyi omuriliğe ve beyne götüren sinir hücrelerinde de miyelinleşmeyi artırır.

21

Pubertede Çok Yönlü Hareket Eğitimi Miyelinleşmeyi Geliştirir

Antrenmanlarda hareket paterni çeşitliliği arttıkça daha çok sinirsel yolakta miyelinleşme gelişecektir.

Branşa ve istenilen diğer branşlara uygun ne kadar farklı drill kullanılırsa miyelinleşme o kadar yaygınlaşacak ve birden fazla branşta başarılı olabilecek bir teknik gelişim sağlanır.

22

Miyelinleşme Yaygınlaştıkça Çocuğun Başarılı Olabileceği Spor Branşı Yelpazesi Genişler

Çocuğun hedef branşta elit sporcu olup olmayacağı ancak **pubertenin ortalarına** kadar doğru bir şekilde belirlenmeli ve... **İyi sonuç alabileceği başka bir branşa yönlendirilmeli.**

Aksi takdirde pubertenin bitimine doğru diğer spor dallarında başarı için gerekli miyelinleşmenin kazanılması mümkün olmaz.

Bu durum, hem çocuk, hem ailesi hem de antrenörü ve kulübü için hayal kırıklığı ve emeklerin boşa gitmesi demektir.

23

Çok Yönlü Hareket Eğitimi ve Hedeflenen Branşın Yanında Diğer Branşın Eğitimi Başarılı Olma Şansını Arttırır

Bunun için puberte ve öncesinde çeşitli eklem açıları, hızları ve güç üretimi içeren Çok Yönlü Hareket Eğitimi ve **hem hedef branşa hem de başka branşlara ait hareket eğitimleri** gerçekleştirilmelidir.

24

Çok Branşlı Elit Sporcular

Sporcu	Sporlar	Düzye/Klup	Yaş	
Renaldo Nehemiah	Atletizm 110m Engelli Koşu	Dünya rekortmeni	Dünya Rekorunu 22 yaşında kırdı	
	Amerikan Futbolu	NFL San Francisco 49'ers	23 – 26 yaş	
	10m Engelli Koşu	Elit	27 – 32 yaş	
Adam Gemili	Futbol	Chealsea Youth Academy	8 – 15 yaş	
		Reading F.C.	15 – 16 yaş	
		Dagenham and Redbridge	17 – 19 yaş	
	Atletizm 100m – 200m	Dünya Gençler 100m Şampiyonu	19 yaş	
	100m En İyi	9,97sn	22 yaş (2015)	
	200m En iyi	19,98sn	21 yaş	

25

Çok Branşlı Elit Sporcular

Sporcu	Sporlar	Düzye/Klup/Takım	Yaş
Gerry Neville	Kriket	Lancashire	U14
		Greenmount	15 – 17 yaş
	Futbol	Manchester United	17 – 36 yaş
		UK Milli Takımı	U16, U18, A Milli
Tim Duncan	Yüzme	Virgin Island	< 13 yaş*
	Basketbol	Lise takımı	14 – 16 yaş
		Wake Forest University	17 – 21 yaş
		San Antonio Spurs	21 – 39 yaş
Michael Jordan	Basketbol	Chicago Bulls	21 – 30 yaş
	Beyzbol	Birmingham Barons	30 – 31 yaş
	Basketbol	Chicago Bulls	32 – 35 yaş
		Washington Wizards	38 – 40 yaş

26

Pubertede Miyelinleşmeyi Hızlandırmada Direnç Antrenmanları da Etkili Olabilir

Hedef kasların yanı sıra sinerjiz ve stabilizör kaslarda işe katılan MÜ nöronların miyelinleşmesini sağlar.

Her set yedek MÜ'lerin nöronlarına da sinirsel ileti ulaşacağından bunların da miyelinleşmesi hızlanır.

Erkek çocuklarda 2 aylık direnç antrenmanının dinlenim serum testosteronu puberte öncesinde %124, puberte döneminde ise %32 artırdığı gözlenmiştir (*Tsolakis ve ark., 2000*).

Yetişkin kadın sporcularda kuvvet antrenmanlarının östrojeni akut olarak artırdığı gösterilmiştir (*Kraemer ve ark., 2005*).

Fakat, puberte ve öndesi kızlarda direnç antrenmanlarının nöroaktif hormonlara etkisini inceleyen bir çalışmaya rastlanmadı.

27

Hızlı Boy Uzaması Döneminde Miyelinleşmeyi Etkileyebilecek Sorunlar

- Hızlı boy uzaması erkeklerde ortalama 13,5 yaşta, kızlarda 11,5 yaşta görülür.
- Pubertal büyüme yetişkin boyun %20'si kadardır.
- 24-36 ay sürer.
- Kısa sürede hızlı boy uzaması, koordinasyon kaybı, daha önce kazanılmış teknik becerilerin biletilerilemesine neden olabilir.

Kuvvet ve güç artışları Hızlı Boy Uzamasının sonlanmasından 6-12 ay sonra en yüksek hızına ulaşır (*Viru ve ark., 1999*).

Bu durum daha önce işe katılan bazı MÜ'lerin bu süre boyunca dönem süresince devreye girememesine neden olur.

MÜ'lerde miyelinleşme olumsuz etkilenebilir. Potansiyel performansla ulaşma zorlaşabilir.

Çözümü; puberte ve öncesinde ek direnç kuvvet antrenmanları olabilir.

28

KAYNAKLAR

- Baulieu EE. Neurosteroids: A novel function of the brain. *Psychoneuroendocrinology*. 23(8): 963-987, 1998.
- Christoforidis A, Maniadaki I, Stanhope R. Growth hormone / insulin-like growth factor-1 axis during puberty. *Pediatr Endocrinol Rev*, 3(1):5-10, 2005
- Compagnone NA, Mellon S. Neurosteroids: Biosynthesis and Function and Function of These Novel Neuromodulators. *Frontiers in Neuroendocrinology*, 21(1): 1-56, 2000.
- Jordan CL, Williams TJ. Testosterone regulates terminal Schwann cell number and junctional size during developmental synapse elimination. *Dev Neurosci*. 2001;23(6):441-51
- McMorris FA, McKinnon RD. Regulation of oligodendrocyte development and CNS myelination by growth factors: prospects for therapy of demyelinating disease. *Brain Pathology*, 6(3):313-329, 1996.
- Meyersburg HA, Post RM. An holistic developmental view of neural and psychological processes: a neurobiologic-psychoanalytic integration. *Br J Psychol* 1979;135:139-55.
- Melcangi RC, Cavarretta ITR, Ballabio M, Leonelli E, Schenone A, Azcoitia I, Garcia-Segura LM, Magnaghi V. Peripheral nerves: a target for the action of neuroactive steroids. *Brain Research Reviews*, 48(2): 328-338, 2005.
- Marin-Husstegea M, Muggironia M, Rabanb D, Skoffb RP, Casaccia-Bonnetfilla P. Oligodendrocyte Progenitor Proliferation and Maturation Is Differentially Regulated by Male and Female Sex Steroid Hormones. *Dev Neurosci* 2004;26:245-254.
- Nathalie Boisseau and Paul Delamarche. Metabolic and Hormonal Responses to Exercise in Children and Adolescents. *Sports Medicine*, 30 (6): 405-422, 2000.
- Purves D, Augustine GJ, Fitzpatrick D, Katz LC, LaMantia A-S, McNamara JO ve Williams SM (Eds). *Neuroscience* (İkinci Baskı). Sunderland (MA):Sinauer Associates, 2001. ISBN-10: 0-87893-742-0
- Roglio I, Giatti S, Pesaresi M, Bianchi R, Cavaletti G, Lauria G, Garcia-Segura LM, Melcangi RC. Neuroactive steroids and peripheral neuropathy. *Brain Research Reviews*, 57(2):460-9, 2008.

29

KAYNAKLAR

- Rushton WAH. A theory of the effects of fibre size in medullated nerve. *J Physiol (Lond)* 115:101-22, 1951.
- Stocker S, Güttinger HR, Herth G. Exogenous testosterone differentially affects myelination and neurone soma sizes in the brain of canaries. *Neuroreport*. 1994 Jul 21;5(12):1449-52.
- Sturrock RR ve McRae DA. Mitotic division of oligodendrocytes which have begun myelination. *J Anat.* (1980), 131, 3, pp. 577-582
- Tauber H, Waehndt TV, Neuhoff V. Myelination in rabbit optic nerves is accelerated by artificial eye opening. *Neuroscience Lett*, 16:235-8, 1980)
- Travis F. Cortical and cognitive development in 4th, 8th and 12th grade students. The contribution of speed of processing and executive function to cognitive development. *Biol Psychol* 1998;48: 37-56.
- Tsolakis, C., Messinis, D., Stergioulas, A. and Dessypris A. Hormonal responses after strength training and detraining in pre-pubertal and pubertal boys. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 14(4): 399-404, 2000.
- Viru, Atko, Loko, Jaan, Harro, Maarike, Völker, Anne, Laaneots, Livian ve Viru, Mehis (1999) 'Critical Periods in the Development of Performance Capacity During Childhood and Adolescence', *Physical Education and Sport Pedagogy*, 4:1, 75 — 119
- Zalc B, Fields D. Do Action Potentials Regulate Myelination? *Neuroscientist*, 6(1): 5-13, 2000.

30

Maksimal Kuvvetin Gelişiminde Nöral Etkiler

Motor Ünite Senkronizasyonunun etkisi

- Yeni MÜ'ler işe katılır.
- Bu yeni katılanlar daha kolay işe katılabilir hale gelirler.
- Sonraki seanslarda daha büyük kas kuvveti üretmek üzere as takımında görev alırlar.
- Maksimal kuvvet/Güç artar.

Uyarı Frekansı Artışının Etkisi

- Myelinleşmenin gelişmesiyle maksimal uyarı frekansı artar.
- Maksimal kuvvet/güç gelişir.

Her iki kuvvet/güç geliştirici süreçte de MYELİNLEŞME en önemli rolü oynamaktadır.

Kuvvet ve Güç geliştirici antrenmanlar myelinleşmeyi hızlandırır.

31

Nöroaktif Hormonlar ve Periferik Sinirler Karşılıklı Etkileşim İçindeler

Nöroaktif Hormonlar

Protein sentezini artırarak myelinleşmeyi hızlandırılır.

Boisseau ve Delamarche, 2000

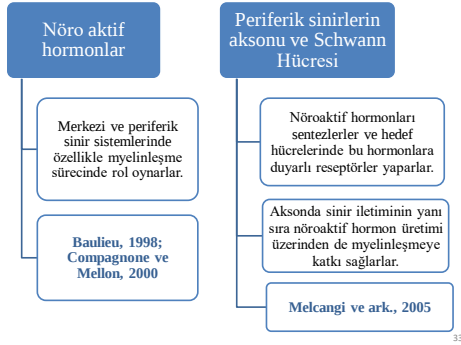
Periferik sinirler ve Schwann hücreleri Melcangi ve ark., 2005

Nöroaktif hormonları sentezler ve bunlara ait steroid reseptörleri oluştururlar.

Aksonda iletilen yanı sıra nöroaktif hormon üretimi üzerinden de myelinleşmeye katkı sağlarlar.

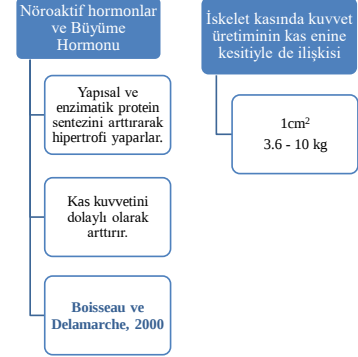
32

Periferik sinirler (Duysal, Otonom ve Motor sinirler) ve Nöroaktif Hormonlar Karşılıklı Etkileşim İçinde



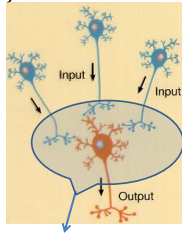
33

Nöroaktif Hormonlar ve Büyüme Hormonu Pubertede Kassel Hipertrofi Dolaylı Kuvvet Artımı Sağlar.



34

Çok Yönlü hareket Eğitimi Bazı MÜ'lerin Devre Dışı Kalmasını Önler

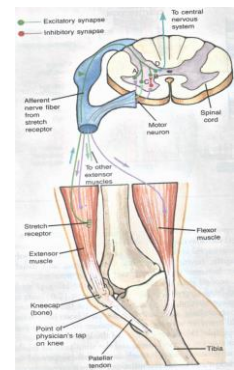


Bu üç pre-sinaptik nöron (mavi) aynı düzeyde myelinleşmediyse sinirsel kavşağa aynı anda sinirsel uyarıyı getirdiğinde hedef nöron (kırmızı) uyarılır. Pre-sinaptik nöronlardan biri 4-5 milisaniye gecikirse hedef nöron uyarılamaz.

Uyarılamayan nöron, bir motor nörona istenilen eklemler hızında devreye giremez. İstenilen güç/kuvvet ve teknik mükemmellik düzeyi sağlamaz.

35

Kas İçeceği, Golgi Tendon Organı ve Refleksleri



36

Myelinleşme Yaygınlaştığında Güç Üretimi ve Hareket Kontrolünü İyileştiren Adaptasyonlar Artar

- Motor nöronların uyarı eşiği düşer, daha kolay işe katılır hale gelirler.
- Hedeflenen tekniğin gerektirdiği açı, hız ve güç üretim düzeylerinde işe katılacak MU sayısı artar.
- Maksimal güç/kuvvet üretimi artar.
- Sinirsel ileti hızı artar.
- Uyarı frekansı yükselir.
- Motor Ünite senkronizasyonu artar ve daha hassas bir güç üretimi kontrolü sağlanır.

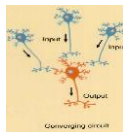
37

Excerpt from MCCP Competition-Introduction Module – Designing a Sport Program

Key Program	Overview of the Program	Key Elements of the Program	Key Elements of the Program	Key Elements of the Program
Age Range	10-12 years	13-15 years	16-18 years	19-22 years
Gender	Male	Female	Male	Female
Objectives	General development of physical fitness and motor skills; introduction to sport-specific activities; development of basic technical and tactical skills; introduction to competitive sport.	General development of physical fitness and motor skills; introduction to sport-specific activities; development of basic technical and tactical skills; introduction to competitive sport.	General development of physical fitness and motor skills; introduction to sport-specific activities; development of basic technical and tactical skills; introduction to competitive sport.	General development of physical fitness and motor skills; introduction to sport-specific activities; development of basic technical and tactical skills; introduction to competitive sport.
Type of Participation	Not applicable	Single participant	Double participant	Triple participant
Length of Program	10-12 weeks	13-15 weeks	16-18 weeks	19-22 weeks
Number of Sessions per Week	2-3 times per week	3-4 times per week	4-5 times per week	5-6 times per week
Key Elements of the Program	General development of physical fitness and motor skills; introduction to sport-specific activities; development of basic technical and tactical skills; introduction to competitive sport.	General development of physical fitness and motor skills; introduction to sport-specific activities; development of basic technical and tactical skills; introduction to competitive sport.	General development of physical fitness and motor skills; introduction to sport-specific activities; development of basic technical and tactical skills; introduction to competitive sport.	General development of physical fitness and motor skills; introduction to sport-specific activities; development of basic technical and tactical skills; introduction to competitive sport.

38

Çok Yönlü Hareket Eğitimi Yerine Erken Branşlaşma Olursa Ne Olur?



- Birden fazla pre-sinaptik nöronun eşzamanlı uyarımı ile aktive olan nöronlarda pre-sinaptik nöronlardan biri uyarıyı diğerlerinden önce getirirse o nörona aksiyon potansiyeli başlayamaz (uyarılamaz);
 - Fazla sinirsel uyarı almayan nöronların myelinleşmesi daha yavaş olur ve sinirsel uyarı daha yavaş iletilir.
 - Sinirsel iletiler diğerlerinden hızlı olan pre-sinaptik nöronlar iletiler sinaptik çukura 4 milisaniye farkla getirilirse post sinaptik nöron uyarılamaz ve hedef motor ünite devreye giremez.
 - Bu hem kuvvet/güç üretimi düşüklüğüne hem de koordinasyon bozukluğuna neden olur.
 - Erken branşlaşma nedeniyle oluşan bu durumu ergenlik dönemi sonrasında telafi etmek mümkün değildir.

39