



The ACTN3 Gene and its Relationship with Muscle Strength as an Indicator for the Selection of Wrestlers

Ahmed H. Saad

To cite this article: Ahmed H. Saad (2013) The ACTN3 Gene and its Relationship with Muscle Strength as an Indicator for the Selection of Wrestlers, International Journal of Wrestling Science, 3:1, 103-116, DOI: [10.1080/21615667.2013.10878974](https://doi.org/10.1080/21615667.2013.10878974)

To link to this article: <https://doi.org/10.1080/21615667.2013.10878974>



Published online: 15 Oct 2014.



Submit your article to this journal [↗](#)



Article views: 6



View related articles [↗](#)

THE ACTN3 GENE AND ITS RELATIONSHIP WITH MUSCLE STRENGTH AS AN INDICATOR FOR THE SELECTION OF WRESTLERS

Ahmed H. Saad

Department of Theories and Applications of Combat Sports, Faculty of Physical Education, Benha University, Egypt

ahmed.zaghloul@fped.bu.edu.eg

ABSTRACT

This study aims to identify the relationship between the ACTN3 gene, maximum strength and explosive power, utilizing maximum strength tests, and some explosive power tests. The sample of this study consisted of 9 subjects, 8 of whom were cadet beginner wrestlers (between the age of 12-14 years), in addition was one adult international level wrestler. To test whether this gene has the ability to predict the wrestler's level of muscle strength we compared the lengths of the gene under study in the beginners and the international wrestler by using restriction enzymes. The main results indicated that there are 8 enzymes that succeeded in differentiating between the international wrestler and junior wrestlers in the length of this gene, while 4 did not succeed. The results also indicated that the gene ACTN3 (R577X) can predict the expected level of muscle strength of the cadet wrestlers, as there were 2 cadets with a ACTN3 gene length similar to the international level wrestler. The similarity in the constituent amino acids for muscle protein was also observed, along with the existence of a direct relationship between some maximum muscle strength and explosive power tests and the length of ACTN3 gene.

KEYWORDS: ACTN3; R577X; maximum muscular force; muscular strength; maximum strength; explosive power.

INTRODUCTION

Among the factors that determine the access to higher levels in any athletic activity, is the identification of the specific attributes that are required for success, along with a training model that develops these attributes to the needed levels. The selection of athletes, according to how their emerging capacities will match the needed specifications for success, is an important first stage. In modern sports with the rapidly rising level of achievement, this is an important problem to solve for sport scientists.

The major story in the genetic aspects of muscular strength and power continue to be the investigation of the R577X nonsense polymorphism in the ACTN3 gene. First reported in 2003, (12) the advantage provided by the ACTN3 gene for sprint and power-related athletes was identified. The X/X genotype has been associated with sprint and power-related performance in several studies (3,7). The underlying genotype associations with performance, examining various aspects of muscular strength, mass, and power has also been studied (1,5,8,9). The subsequent studies have generated less consistent findings than the initial investigations, which were focused almost solely on elite athletes.

In order to become an Olympic champion, the player must be hard worker and persevere in training, but this is not the main factor in the process of sporting excellence. Now molecular biology and the discovery of DNA have led to the identification of certain genes that affect the level of excellence in sports generally and muscle strength and activities specifically, that require explosive power.

The ACTN3 (R577X) gene controls the encoding of the muscle protein α actinin 3, and is one of the most important genes that affect and contribute to the genetic differences in muscle performance, adaptation in exercise, work and response to training (7). Scientists now believe that the ACTN3 (R577X) gene may be one of the factors that affect the natural variation in the function of the muscle (12).

Elite performance is not achieved through hard training alone, and the presence of the gene ACTN3 (R577X) allows for a fast muscle contraction speed, which is essential for the athletes and sports who require quick and powerful performance. Because of the pivotal role played by this gene in the generation of power at high speeds, the ability to adapt to exercise training and is strongly commensurate with competitive requirements, the use of molecular biology technology may help us in the future in the selection of athletes who carry the genetic characteristics appropriate to the type of physical activity that would qualify them to reach the summit performance in activities that require a great deal of muscle strength (12).

Hence the aim of this study is first to identify the differences between the genetic implications of ACTN3 (R577X) gene for beginners, as well as the international wrestler, and secondly, investigate the relationship between the genetic implications of the ACTN3 gene and the level of maximum force and explosive power for beginners as the basis for selection.

METHODS

Maximal force muscle tests and explosive power tests were performed on the 8 beginner wrestlers, who did not participate in competitive tournaments, as well as an accomplished Egyptian international wrestler. Blood samples were taken from wrestlers and transferred to the laboratory of molecular biology. From each individual, 5 ml blood was collected in EDTA. DNA was extracted from lymphocytes using the salting-out method (8). Total DNA was extracted from the blood of the subjects by using the phenol-chloroform method. One μ l of the resuspended pellet was checked by gel electrophoresis for the presence of DNA (4).

Polymorphisms were detected by PCR and RFLP (*Ddel*), using forward primer 5'-CTGTTGCCTGTGGTAAGTGGG-3'; reverse 5'-TGGTCACAGTATGCAGGAGGG-3', which correspond to adjacent intronic sequence (3). The standard polymerase chain reaction (PCR) program for amplification of mitochondrial NADH dehydrogenase ACTN3 gene was 30 - 35 cycles; one minute, 94°C; two to three minutes, 45°C; and three minutes, 72°C. Products of PCR were isolated after separation by agarose gel electrophoresis, using a 3mm x 6mm 12-well comb. Ethidium bromide was used to stain PCR products in the gel (50mg/100ml1xTAE) for ten minutes. The PCR products (bands) were viewed under a UV lamp and then cut from the gel. Glass milk DNA purification (Gene clean kit) was used to purify the gene from the agarose gel. Three microliters of the amplification products were visualized on 0.8% ethidium bromide stained agarose gel to check the quality of amplification. The remaining 7 μ l were mixed with 53 μ l bidistilled-H₂O and divided into 10 μ l aliquots for enzyme digestion (5).

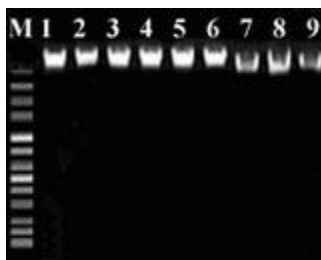


Figure 1: DNA genome from human blood. Column 1 represents DNA of the international wrestler. Columns 2-9 represent DNA of beginner wrestlers

Measurement of maximum strength and explosive power

Maximum force was measured using 5 tests, a one repetition maximum (MR1) for each of five weight lifting exercises. Explosive power was measured by 4 tests (vertical jump, standing broad jump, seated and standing medicine ball heave). The best distance achieved in each test was recorded.

RESULTS

Table 1. Subjects' personal characteristics and body posture (M \pm SD)

sample	Variable		
	Age (year)	Height (cm)	Weight (kg)
International wrestler	27	174	84
Beginner	13.9 \pm 0.7	160.2 \pm 3.75	50.7 \pm 2.4

Table 2. Differences lengths and sizes ACTN3 gene after digesting nitrogenous bases of the gene

sample	Apal Enzyme			Avill Enzyme			Bbel Enzyme			HindII Enzyme		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
model	60	2643	-	178	2526	-	144	1206	1353	883	1820	-
2	60	2643	-	178	1174	1351	144	1206	1353	346	883	1474
3	60	2643	-	178	2526	-	144	1206	1353	346	883	1474
4	60	2643	-	178	2526	-	144	1206	1353	883	1820	-
5	60	1047	1596	178	2526	-	144	1206	1353	346	883	1474
6	60	1047	1596	178	2526	-	144	1206	1353	346	883	1474
7	60	1047	1596	178	1174	1351	1206	1497	-	346	883	1474
8	60	2643	-	178	1174	1351	1206	1497	-	346	883	1474
9	60	1047	1596	178	2526	-	1206	1497	-	346	883	1474

Figures 2-5 show the restriction enzymes *Apal-Avill-Bbel-HindII* were able to differentiate between the lengths and sizes in the ACTN3 gene after digested nitrogenous bases.

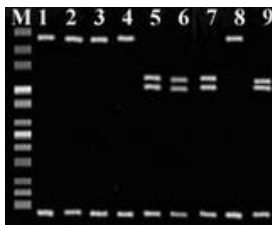


Figure 2: lengths and sizes of ACTN3 gene after *Apal* Enzyme digesting gene nitrogenous bases

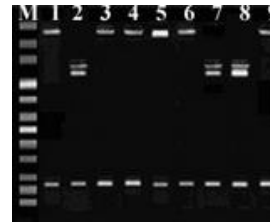


Figure 3: lengths and sizes ACTN3 gene after *Avill* Enzyme digestion

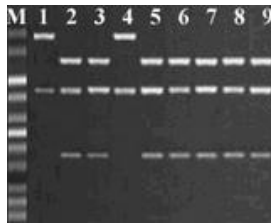


Figure 4: lengths and sizes of ACTN3 after *Bbel* Enzyme digestion



Figure 5: lengths and sizes ACTN3 gene after *HindII* Enzyme digestion

Table 3. Differences in lengths and sizes of ACTN3 gene after digesting nitrogenous bases of the gene

sample	Msel Enzyme			Sacl Enzyme				Scal Enzyme			Enzyme SmaI		
	1	2	3	1	2	3	4	1	2	3	1	2	3
model	36	320	2347	121	525	899	1158	101	2602	-	1273	1430	-
2	36	320	2347	121	525	899	1158	76	101	2526	1273	1430	-
3	320	2383	-	121	1158	1424	-	76	101	2526	315	1115	1273
4	36	320	2347	121	525	899	1158	101	2602	-	1273	1430	-
5	320	2383	-	121	1158	1424	-	76	101	2526	1273	1430	-
6	320	2383	-	121	525	899	1158	76	101	2526	315	1115	1273
7	36	320	2347	121	525	899	1158	76	101	2526	315	1115	1273
8	320	2383	-	121	525	899	1158	76	101	2526	315	1115	1273
9	320	2383	-	121	525	899	1158	101	2602	-	315	1115	1273

Figures 6 - 9 show that the restriction enzymes *MseI*-*SacI*-*Scal*-*SmaI* were able to differentiate between the lengths and sizes of ACTN3 gene after digestion.

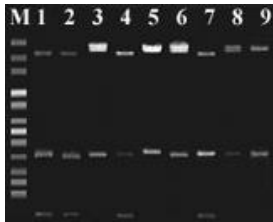


Figure 6: lengths and sizes ACTN3 after *MseI* Enzyme digesting gene nitrogenous bases

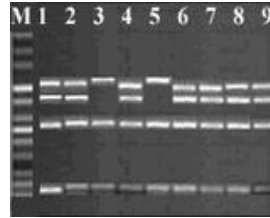


Figure 7: lengths and sizes ACTN3 after *SacI* Enzyme digesting gene nitrogenous bases



Figure 8: lengths and sizes ACTN3 after *Scal* Enzyme digesting gene nitrogenous bases

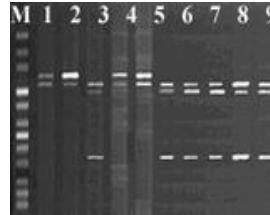


Figure 9: lengths and sizes ACTN3 after *SmaI* Enzyme digesting gene nitrogenous bases

Table 4
Differences in the composition of protein according to the proportions of amino acids of the sample under consideration

Sample Amino acids	Code	Model (International Wrestler)		2		3		4		5		6		7		8		9	
		N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
		Leucine	L	96	10.65	96	10.65	95	10.54	96	10.65	96	10.65	96	10.65	96	10.65	97	10.75
Tyrosine	Y	21	2.33	21	2.33	21	2.33	21	2.33	21	2.33	21	2.33	21	2.33	21	2.33	21	2.33
Threonine	T	40	4.44	40	4.44	40	4.44	40	4.44	40	4.44	40	4.44	40	4.44	40	4.43	40	4.44
Lysine	K	47	5.22	47	5.22	47	5.22	47	5.22	47	5.22	47	5.22	47	5.22	47	5.21	47	5.22
Valine	V	43	4.77	43	4.77	43	4.77	43	4.77	43	4.77	42	4.66	43	4.77	43	4.77	43	4.77
Tryptophan	W	17	1.89	17	1.89	17	1.89	17	1.89	17	1.89	17	1.89	17	1.89	17	1.88	17	1.89
Serine	S	38	4.22	38	4.22	38	4.22	38	4.22	38	4.22	38	4.22	38	4.22	38	4.21	38	4.22
Proline	P	29	3.22	30	3.33	29	3.22	29	3.22	29	3.22	29	3.22	29	3.22	29	3.22	29	3.22
Methionine	M	28	3.11	28	3.11	28	3.11	28	3.11	28	3.11	28	3.11	28	3.11	28	3.1	28	3.11
Phenylalanine	F	30	3.33	30	3.33	30	3.33	30	3.33	30	3.33	30	3.33	30	3.33	30	3.33	30	3.33
Alanine	A	82	9.1	81	8.99	82	9.1	82	9.1	82	9.1	82	9.1	82	9.1	82	9.09	82	9.1
Aspartic acid	D	53	5.88	53	5.88	53	5.88	54	5.99	53	5.88	53	5.88	53	5.88	53	5.88	53	5.88
Histidine	H	20	2.22	20	2.22	20	2.22	19	2.11	20	2.22	20	2.22	20	2.22	20	2.22	20	2.22
Isoleucine	I	47	5.22	47	5.22	47	5.22	47	5.22	47	5.22	47	5.22	47	5.22	47	5.21	47	5.22
Glycine	G	50	5.55	50	5.55	50	5.55	50	5.55	50	5.55	51	66.5	50	5.55	50	5.54	50	5.55
Glutamic acid	E	88	9.77	88	9.77	88	9.77	88	9.77	88	9.77	88	9.77	88	9.77	88	9.76	88	9.77
Asparagine	N	39	4.33	39	4.33	39	4.33	39	4.33	39	4.33	39	4.33	39	4.33	39	4.32	39	4.33
Glutamine	Q	54	5.99	54	5.99	55	6.1	54	5.99	55	6.1	54	5.99	54	5.99	54	5.99	54	5.99
Arginine	R	67	7.44	67	7.44	67	7.44	67	7.44	66	7.33	67	7.44	67	7.44	67	7.43	67	7.44
Cysteine	C	12	1.33	12	1.33	12	1.33	12	1.33	12	1.33	12	1.33	12	1.33	12	1.33	12	1.33
Total		901		901		901		901		901		901		901		902		901	

Table 4 shows the structure of proteins in the international player and beginners, and the percentage and number of amino acids for protein actin as a result of gene ACTN3.

Table 5. Spearman correlation coefficient between the genetic implications for gene ACTN3 and maximum force

Tests		ACTN3 genetic implications
Maximum force	Bench press	0.712*
	Preacher curls	0.445
	Sit-ups	0.833*
	back extension	0.825*
	Half squat	0.889*

* significant correlation at 0.05 level

Table 5 shows that there was a strong correlation between 4 of the 5 tests of maximum force and the implications of genetic gene ACTN3.

Table 6. Spearman correlation coefficient between the genetic implications for gene ACTN3 and explosive power

Tests			ACTN3 genetic implications
Explosive power	Broad jump		0.732*
	Vertical jump		0.814*
	Medicine ball heave	2 hands standing	0.828*
		2 hands sitting	0.744*

* significant correlation

Table 6 shows that there was a strong correlation between tests of the explosive power and the genetic implications for gene ACTN3. the correlation coefficients were between 0.732:and 0.828, at the 0.05.level of significance.

DISCUSSION

Fig. 2 shows that the restriction enzyme (*Apal*) differentiated between members of the research sample in the lengths and sizes gene ACTN3 was digested. Beginner subjects (2-3-4-8) had identical volumes (60-2643). The beginner subjects (9-7-6-5) measured (60-1047-1596). However in fig. 3, with the enzyme (*Avill*) the subjects clustered into two different groups. Beginner subjects (3-4-5-6-9) were cut to similar sizes (178-2526). The others (2-7-8) were (178-1174-1351).

Fig. 4 shows the digestion with the enzyme (*Bbel*) resulted in two groups. Subjects (2-3-4-5-6) had values of (144-1206-1353), and subjects (7-8-9) values were (1206-1497). Figure 5 shows the use of enzyme (*HindIII*) partitioned the subjects with (2-3-5-6-7-8-9) having similar volumes (346-883-1474). The remaining subject (4) was (883-1820).

Fig. 6 shows that the enzyme (*Msel*) differentiate between subjects (2-4-7) with similar (36-320-2347), and subjects (3-5-6-8-9) were (320-2383). In fig. 7, we see the digestion by enzyme (*Sacl*) and it showed differences between subjects (2-4-6-7-8-9) measuring (121-525-899-1158), and subjects (3 and 5) were (121-1158-1424).

Fig. 8 shows the effects of enzyme (*ScaI*) with subjects (2-3-5-6-7-8) with values of (76-101-2526), and subjects (4 and 9) were (101-2602). However, in fig. 9, the use of the enzyme (*SmaI*) showed subjects (3-6-7-8-9) with volumes of (315-1115-1273) and subjects (2-4-5) were (1273-1430).

Table 4 shows the percentage and number of amino acids for the protein actin as a result of gene ACTN3 for international player and beginners also refers to mutations in the composition of the protein resulting from mutations that occurred in the ACTN3 gene, but beginner subjects 7 and 9, did not show any mutations in protein structure.

CONCLUSIONS

The study found that the enzymes *Apal-Avill-Bbel-HindIII-Msell-Sacl-ScaI-SmaI* can be used with the gene ACTN3 to successfully differentiate between the study samples.

The ACTN3 gene can be used when selecting wrestlers for participation in the sport and predict their future capabilities for maximum force and explosive power production as they progress through the training process.

The study found that subjects 7 & 9 are the equivalent of an international level athlete in the composition and the length of the gene ACTN3, as well as the composition of the protein product of the gene. It is proposed that if these

subjects are trained in a scientific manner they could reach a world-class level of performance, based on their genetic potential for muscular strength and power production.

REFERENCES

- 1 Clarkson PM, Devaney JM, Gordish-Dressman H, Thompson PD, Hubal MJ, Urso M, Price TB, Angelopoulos TJ, Gordon PM, Moyna NM, Pescatello LS, Visich PS, Zoeller RF, Seip RL, Hoffman EP: ACTN3 genotype is associated with increases in muscle strength in response to resistance training in women. *J Appl Physiol.* 2005;99:154–63.
- 2 Druzhevskaya AM, Ahmetov II, Astratenkova IV, Rogozkin VA: Association of the ACTN3 R577X polymorphism with power athlete status in Russians. *Eur J Appl Physiol.* 2008;103:631–4.
- 3 Himanshu Goel and Balraj Mittal: ACTN3 Athlete gene prevalence in North India, Department of Genetics, Sanjay Gandhi Post Graduate Institute of Medical Sciences, Lucknow 226 014, India, *CURRENT SCIENCE*, 84 VOL. 92, NO. 1, 10 JANUARY 2007.
- 4 Hugo, E.R.; Stewart, V.J.; Gast, R.J. and Byres, T.J: Purification of amoeba mtDNA using UNSET procedure. In (protocols in protozoology), J.J.Lee & A.T.Soldo, eds. *Soc. Protozoologist*, Lawrence, KA., 1992, D 7.1-D7.2.
- 5 Kocher, T.D.; Lee, W.J.; Sobolewska, H.; Penman, D. and McAndrew, B: A Genetic Linkage Map of a cichlid Fish, the Tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Genetics*, 1998,148(3):1225-1232.)
- 6 McCauley T, Mastana SS, Hossack J, Macdonald M, Folland JP: Human angiotensin-converting enzyme I/D and alpha-actinin 3 R577X genotypes and muscle functional and contractile properties. *Exp Physiol.* 2009;94:81–9.
- 7 Mills M, Yang N, Weinberger R, Vander Woude DL, Beggs AH, Eastal S, North K: Differential expression of the actin-binding proteins, alpha-actinin-2 and -3, in different species: implications for the evolution of functional redundancy. *Human Molecular Genetics*;10:1335-1346.. 2001.
- 8 Roth SM, Walsh S, Liu D, Metter EJ, Ferrucci L, Hurley BF: The ACTN3 R577X nonsense allele is under-represented in elite-level strength athletes. *Eur J Hum Genet.* 2008;16:391–4.
- 9 Santiago C, Rodríguez-Romo G, Gómez-Gallego F, González-Freire M, Yvert T, Verde Z, Naclerio F, Altmäe S, Esteve-Lanao J, Ruiz JR, A: Is there an association between ACTN3 R577X polymorphism and muscle power phenotypes in young, non-athletic adults? *Scand J Med Sci Sports.* 2010 Oct;20(5):771-8
- 10 Vincent B, De Bock K, Ramaekers M, Van den Eede E, Van Leemputte M, Hespel P, Thomis MA: ACTN3 (R577X) genotype is associated with fiber type distribution. *Physiol Genomics.* 2007 Dec 19;32(1):58-63
- 11 Walsh S, Liu D, Metter EJ, Ferrucci L, Roth SM: ACTN3 genotype is associated with muscle phenotypes in women across the adult age span. *J Appl Physiol.* 2008;105:1486–91.
- 12 Yang N, MacArthur DG, Gulbin JP, Hahn AG, Beggs AH, Eastal S, North K: ACTN3 genotype is associated with human elite athletic performance. *American Journal of Human Genetics.* 2003 Sep;73(3):627-31.

ГЕН АКТН3 И ЕГО СВЯЗЬ С МЫШЕЧНОЙ СИЛОЙ КАК ФАКТОРОМ ОТБОРА БОРЦОВ

Ахмед Х. Саад

Отделение теоретического и прикладного изучения спортивных единоборств, факультет физического воспитания, Университет Бенха, Египет

ahmed.zaghloul@fped.bu.edu.eg

РЕЗЮМЕ

Целью данного исследования является выяснение взаимосвязи гена АКТН3, максимальной силы и взрывной мощности при помощи тестов на максимальную силу и некоторых тестов на взрывную мощность. Выборка данного исследования состояла из 9 участников, в том числе 8 начинающих борцов-кадетов (возраст 12-14 лет) и одного взрослого борца международного уровня. Чтобы определить, можно ли на основании указанного гена спрогнозировать уровень мышечной силы борца, мы сравнивали длину изучаемого гена у начинающих борцов и борца международного уровня при помощи ферментов рестрикции. Основные результаты показали, что 8 ферментов позволяют выявить различия в длине гена между борцом международного класса и его молодыми коллегами, а 4 – не позволяют. Также было выявлено, что ген АКТН3 (R577X) позволяет спрогнозировать ожидаемый уровень мышечной силы борцов-кадетов, так как у 2 кадетов длина гена АКТН3 была близка к длине гена у борца международного класса. Также наблюдалось сходство состава аминокислот мышечного белка и наличие непосредственной связи между некоторыми тестами на максимальную мышечную силу и взрывную мощность и длиной гена АКТН3.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: АКТН3; R577X; максимальная мышечная сила; мышечная сила; максимальная сила; взрывная мощность.

ВВЕДЕНИЕ

Одним из факторов, определяющих возможность достичь высокого уровня в любой спортивной деятельности, является выявление особых качеств, необходимых для успеха, а также разработка схемы тренировок для развития этих качеств до нужного уровня. Отбор спортсменов в зависимости от того, насколько их потенциальные способности отвечают требованиям успешности, является важным первым этапом. В современном спорте с быстро растущим уровнем достижений это представляет собой актуальную проблему, стоящую перед учеными в области спорта.

Основным направлением исследований генетических аспектов мышечной силы и мощности является изучение полиморфизма R577X по типу нонсенс-мутации в гене ACTN3. В 2003 г. впервые появились сообщения (12) о выявлении обусловленных геном ACTN3 преимуществ спринтеров и спортсменов, занимающихся силовыми видами спорта. Несколько исследований показали, что генотип X/X связан с результативностью в спринте и силовых видах спорта (3,7). Также изучалась имеющая важное значение связь генотипа с результативностью, при этом учитывались различные аспекты мышечной силы, массы и мощности (1,5,8,9). Дальнейшие результаты были менее последовательны, чем результаты первых исследований, где изучались показатели почти исключительно спортсменов высокого класса.

Чтобы стать олимпийским чемпионом, игрок должен быть трудолюбив и упорно тренироваться, однако это не главная предпосылка для восхождения на спортивную вершину. Молекулярная биология и открытие структуры ДНК привели к обнаружению определенных генов, которые влияют на уровень мастерства в спорте в целом и уровень мышечной силы в видах деятельности, требующих взрывной мощности, в частности.

Ген ACTN3 (R577X) регулирует кодирование мышечного белка α -актинин-3 и является одним из важнейших генов, оказывающих влияние на генетические различия в работоспособности мышц, адаптации к тренировкам, работе и реакции на тренировки (7). В настоящее время ученые считают, что ген ACTN3 (R577X) может быть одним из факторов, влияющих на естественные различия в функционировании мышц (12).

Высшие достижения не являются результатом только усердных тренировок, а наличие гена ACTN3 (R577X) обеспечивает высокую скорость сокращения мышц, что имеет чрезвычайно большое значение для спортсменов и видов спорта, требующих быстрых и мощных действий. В связи с центральной ролью, которую играет этот ген в генерировании мощности при высокой скорости и формировании способности соревноваться к нагрузке при тренировках, а также в связи с соизмеримостью с требованиями соревнований, методы молекулярной биологии могут в будущем помочь нам в отборе спортсменов, обладающих соответствующими генетическими характеристиками для конкретного вида физической активности, что позволит им добиться высших достижений в видах спорта, для которых необходима большая мышечная сила (12).

Итак, целью данного исследования является, во-первых, определить различия между особенностями гена ACTN3 (R577X) у начинающих борцов и борца международного класса, и, во-вторых, выявить взаимосвязь между особенностями гена ACTN3 и уровнем максимальной силы и взрывной мощности новичков, что может служить основой для отбора.

МЕТОДЫ

Тесты на максимальную мышечную силу и взрывную мощность проводились с участием 8 начинающих борцов, не участвовавших в спортивных состязаниях, и признанного египетского борца международного класса. У борцов были взяты пробы крови и отправлены в лабораторию молекулярной биологии. У каждого участника было взято 5 мл крови в пробирку с ЭДТА. Из лимфоцитов методом высаливания была выделена ДНК (8). Общая ДНК выделялась из крови участников с помощью фенола и хлороформа. Один мкл ресуспендированного осадка исследовался на наличие ДНК методом гель-электрофореза (4).

Полиморфизм определялся при помощи ПЦР и ПДРФ (*Ddel*) с использованием прямого праймера 5'-CTGTTGCCTGTGGTAAGTGGG-3'; обратного праймера 5'-TGGTCACAGTATGCAGGAGGG-3', соответствующих последовательности смежных интронов (3). Стандартная программа полимеразной цепной реакции (ПЦР) для амплификации гена ACTN3 митохондриальной НАДН-дегидрогеназы состояла из 30 - 35 циклов; одна минута при 94°C; две-три минуты при 45°C и три минуты при 72°C. Продукты ПЦР изолировались после выделения методом электрофореза в агарозном геле с использованием гребенки на 12 лунок 3мм x 6мм. Для окраски продуктов ПЦР в геле применялся бромид этидия (50мг/100мл1хТАЕ) в течение десяти минут. Продукты ПЦР (полосы) просматривались под УФ-лампой, а затем вырезались из

геля. Очистка ДНК методом «glass milk» (набор «Gene clean») использовалось для выделения гена из агарозного геля. Три микролитра продуктов амплификации просматривались в 0.8% агарозном геле, окрашенном бромидом этидия, для проверки качества амплификации. Оставшиеся 7 мкл смешивались с 53 мкл бидистиллированной воды и разделялись на аликвоты по 10 мкл для ферментативного переваривания (5).



Рисунок 1: Генотип ДНК из крови человека. В столбце 1 – ДНК взрослого борца. В столбцах 2-9 – ДНК начинающих борцов.

Измерение максимальной силы и взрывной мощности

Максимальная сила измерялась при помощи 5 тестов с максимум одним повторением (MR1) для каждого из пяти упражнений на подъем тяжестей. Взрывная мощность измерялась в 4 тестах (прыжок в высоту, прыжок в длину с места, бросание медицинбола в положении сидя и стоя). Записывалось лучшее расстояние, показанное в каждом из тестов.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Таблица 1. Индивидуальные данные участников и физические параметры (M±SD)

проба	Переменная		
	Возраст (лет)	Рост (см)	Вес (кг)
Борец международного класса	27	174	84
Новичок	13.9±0.7	160.2±3.75	50.7±2.4

Таблица 2. Различия в длине и размере гена ACTN3 после расщепления азотистых оснований гена

проба	Фермент <i>ApaI</i>			Фермент <i>Avill</i>			Фермент <i>BbeI</i>			Фермент <i>HindIII</i>		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
модель	60	2643	-	178	2526	-	144	1206	1353	883	1820	-
2	60	2643	-	178	1174	1351	144	1206	1353	346	883	1474
3	60	2643	-	178	2526	-	144	1206	1353	346	883	1474
4	60	2643	-	178	2526	-	144	1206	1353	883	1820	-
5	60	1047	1596	178	2526	-	144	1206	1353	346	883	1474
6	60	1047	1596	178	2526	-	144	1206	1353	346	883	1474
7	60	1047	1596	178	1174	1351	1206	1497	-	346	883	1474
8	60	2643	-	178	1174	1351	1206	1497	-	346	883	1474
9	60	1047	1596	178	2526	-	1206	1497	-	346	883	1474

Как видно из Рисунков 2-5, рестриктазы *ApaI-Avill-Bbel-HindIII* позволяли выявить разницу в длине и размере гена ACTN3 после расщепления до азотистых оснований.

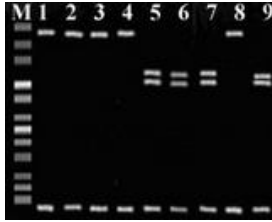


Рисунок 2: Длины и размеры гена ACTN3, полученные после расщепления азотистых оснований гена ферментом *ApaI*

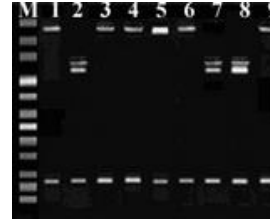


Рисунок 3: длины и размеры гена ACTN3 после расщепления ферментом *Avill*

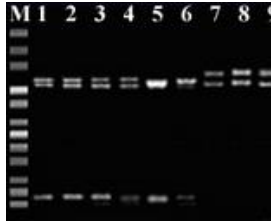


Figure 4: длины и размеры гена ACTN3 после расщепления ферментом *Bbel*

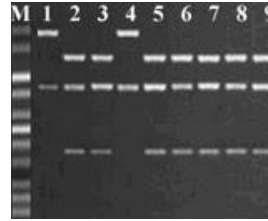


Figure 5: длины и размеры гена ACTN3 после расщепления ферментом *HindIII*

Таблица 3. Различия в длине и размере гена ACTN3 после расщепления азотистых оснований гена

проба	Фермент <i>MseI</i>			Фермент <i>SacI</i>				Фермент <i>Scal</i>			Фермент <i>SmaI</i>		
	1	2	3	1	2	3	4	1	2	3	1	2	3
модель	36	320	2347	121	525	899	1158	101	2602	-	1273	1430	-
2	36	320	2347	121	525	899	1158	76	101	2526	1273	1430	-
3	320	2383	-	121	1158	1424	-	76	101	2526	315	1115	1273
4	36	320	2347	121	525	899	1158	101	2602	-	1273	1430	-
5	320	2383	-	121	1158	1424	-	76	101	2526	1273	1430	-
6	320	2383	-	121	525	899	1158	76	101	2526	315	1115	1273
7	36	320	2347	121	525	899	1158	76	101	2526	315	1115	1273
8	320	2383	-	121	525	899	1158	76	101	2526	315	1115	1273
9	320	2383	-	121	525	899	1158	101	2602	-	315	1115	1273

Как видно из Рисунков 6 – 9, рестриктазы *MseI-SacI-Scal-SmaI* позволяли выявить разницу в длине и размере гена ACTN3 после расщепления.

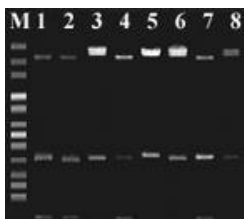


Рисунок 6: Длины и размеры гена ACTN3, полученные после расщепления азотистых оснований гена ферментом *MseI*

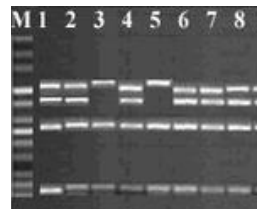


Рисунок 7: Длины и размеры гена ACTN3, полученные после расщепления азотистых оснований гена ферментом *SacI*

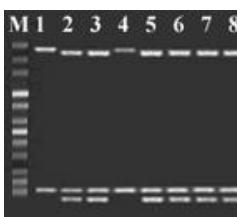


Рисунок 8: Длины и размеры гена ACTN3, полученные после расщепления азотистых оснований гена ферментом *Scal*

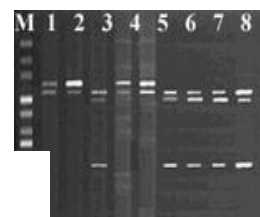


Рисунок 9: Длины и размеры гена ACTN3, полученные после расщепления азотистых оснований гена ферментом *SmaI*

Таблица 4
Различия в составе белка на основании соотношения аминокислот в исследуемых пробах

Проба Аминокислота	Код	Модель (Борец международного класса)		2		3		4		5		6		7		8		9	
		N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
Лейцин	L	96	10.65	96	10.65	95	10.54	96	10.65	96	10.65	96	10.65	96	10.65	97	10.75	96	10.65
Тирозин	Y	21	2.33	21	2.33	21	2.33	21	2.33	21	2.33	21	2.33	21	2.33	21	2.33	21	2.33
Треонин	T	40	4.44	40	4.44	40	4.44	40	4.44	40	4.44	40	4.44	40	4.44	40	4.43	40	4.44
Лизин	K	47	5.22	47	5.22	47	5.22	47	5.22	47	5.22	47	5.22	47	5.22	47	5.21	47	5.22
Валин	V	43	4.77	43	4.77	43	4.77	43	4.77	43	4.77	42	4.66	43	4.77	43	4.77	43	4.77
Триптофан	W	17	1.89	17	1.89	17	1.89	17	1.89	17	1.89	17	1.89	17	1.89	17	1.88	17	1.89
Серин	S	38	4.22	38	4.22	38	4.22	38	4.22	38	4.22	38	4.22	38	4.22	38	4.21	38	4.22
Пролин	P	29	3.22	30	3.33	29	3.22	29	3.22	29	3.22	29	3.22	29	3.22	29	3.22	29	3.22
Метионин	M	28	3.11	28	3.11	28	3.11	28	3.11	28	3.11	28	3.11	28	3.11	28	3.1	28	3.11
Фенилаланин	F	30	3.33	30	3.33	30	3.33	30	3.33	30	3.33	30	3.33	30	3.33	30	3.33	30	3.33
Аланин	A	82	9.1	81	8.99	82	9.1	82	9.1	82	9.1	82	9.1	82	9.1	82	9.09	82	9.1
Аспарагиновая кислота	D	53	5.88	53	5.88	53	5.88	54	5.99	53	5.88	53	5.88	53	5.88	53	5.88	53	5.88
Гистидин	H	20	2.22	20	2.22	20	2.22	19	2.11	20	2.22	20	2.22	20	2.22	20	2.22	20	2.22
Изолейцин	I	47	5.22	47	5.22	47	5.22	47	5.22	47	5.22	47	5.22	47	5.22	47	5.21	47	5.22
Глицин	G	50	5.55	50	5.55	50	5.55	50	5.55	50	5.55	51	5.66	50	5.55	50	5.54	50	5.55
Глутаминовая кислота	E	88	9.77	88	9.77	88	9.77	88	9.77	88	9.77	88	9.77	88	9.77	88	9.76	88	9.77
Аспарагин	N	39	4.33	39	4.33	39	4.33	39	4.33	39	4.33	39	4.33	39	4.33	39	4.32	39	4.33
Глутамин	Q	54	5.99	54	5.99	55	6.1	54	5.99	55	6.1	54	5.99	54	5.99	54	5.99	54	5.99
Аргинин	R	67	7.44	67	7.44	67	7.44	67	7.44	66	7.33	67	7.44	67	7.44	67	7.43	67	7.44
Цистеин	C	12	1.33	12	1.33	12	1.33	12	1.33	12	1.33	12	1.33	12	1.33	12	1.33	12	1.33
Итого		901		901		901		901		901		901		901		902		901	

В Таблице 4 отражена структура белков спортсмена международного уровня и начинающих борцов, а также процентное соотношение и количество аминокислот белка актина, кодируемого геном ACTN3.

Таблица 5. Коэффициент корреляции Спирмена между генетическими особенностями гена АСТН3 и максимальной силой

Тесты		Генетические особенности гена АСТН3
Максимальная сила	Жим гантелей лежа	0.712*
	Сгибание рук	0.445
	Подъем торса	0.833*
	Растягивание спины	0.825*
	Полуприсед	0.889*

* корреляция достоверна при показателе 0.05

Таблица 5 показывает в 4 из 5 тестов наличие сильной корреляции между максимальной силой и генетическими особенностями гена АСТН3.

Таблица 6. Коэффициент корреляции Спирмена между генетическими особенностями гена АСТН3 и взрывной мощностью

Тесты		Генетические особенности гена АСТН3	
Взрывная мощность	Прыжок в длину	0.732*	
	Прыжок в высоту	0.814*	
	Бросание медицинбола	двумя руками стоя	0.828*
		двумя руками сидя	0.744*

* корреляция достоверна

Таблица 6 показывает наличие сильной корреляции между результатами тестов на взрывную мощность и генетическими особенностями гена АСТН3. Коэффициенты корреляции колебались в пределах 0.732-0.828 при уровне значимости 0.05.

ОБСУЖДЕНИЕ

Рис. 2 показывает, что рестриктаза (ApaI) позволяет выявить различия между членами группы участников в длине и размере гена АСТН3 после расщепления. У участников-новичков (2-3-4-8) показали были одинаковыми (60-2643). У начинающих спортсменов (9-7-6-5) этот показатель составил (60-1047-1596). Однако, как видно из Рис.3, по ферменту (AviII) участники разделились на две группы. Начинаящие спортсмены (3-4-5-6-9) с одинаковым размером (178-2526) были выделены в отдельную группу. У остальных (2-7-8) показатели были (178-1174-1351).

На Рис.4 показано ферментативное расщепление (BbeI, в результате которого участники разделились на две группы. У участников (2-3-4-5-6) показатели были равны (144-1206-1353), а у участников (7-8-9) – (1206-1497). На Рисунке 5 показано применение фермента (HindIII), в результате которого были определены участники (2-3-5-6-7-8-9) со сходными показателями (346-883-1474). У оставшегося участника (4) этот показатель равнялся (883-1820).

Из Рис.6 видно, что по ферменту (MseI) были выделены участники (2-4-7) со сходными показателями (36-320-2347), а значения у участников (3-5-6-8-9) были (320-2383). На Рис.7 мы видим результат расщепления ферментом (SacI), который показал различия между участниками (2-4-6-7-8-9) со значениями (121-525-899-1158) и участниками (3 и 5) со значениями (121-1158-1424).

На Рис.8 показано влияние фермента (ScaI) на участников (2-3-5-6-7-8), показавших значения (76-101-2526), и участников (4 и 9) со значениями (101-2602). На Рис.9 же показано использование фермента (SmaI), в результате которого у участников (3-6-7-8-9) показатели были равны (315-1115-1273), а у участников (2-4-5) – (1273-1430).

В Таблице 4 приведены процентные значения и количество аминокислот белка актина, кодируемого геном ACTN3, для борца международного класса и новичков, а также мутации состава белка в результате мутаций гена ACTN3; у начинающих спортсменов 7 и 9 мутаций в структуре белка выявлено не было.

ВЫВОДЫ

Исследование показало, что ферменты *Apal-Avill-Bbel-HindIII-Msell-Sacl-Scal-Smal* могут применяться с геном ACTN3 для успешного разделения исследуемых проб на группы.

Ген ACTN3 можно использовать при отборе борцов для занятий спортом и прогнозировании способности производить максимальную силу и взрывную мощность в результате тренировок.

Исследование выявило, что у участников 7 и 9 состав и длина гена ACTN3 а также состав кодируемого этим геном белка такие же, как у борца международного класса. Предполагается, что, если этих участников тренировать на научной основе, они могут стать спортсменами мирового уровня. Предпосылкой для этого является их генетический потенциал производства мышечной силы и мощности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Clarkson PM, Devaney JM, Gordish-Dressman H, Thompson PD, Hubal MJ, Urso M, Price TB, Angelopoulos TJ, Gordon PM, Moyna NM, Pescatello LS, Visich PS, Zoeller RF, Seip RL, Hoffman EP: ACTN3 genotype is associated with increases in muscle strength in response to resistance training in women. *J Appl Physiol.* 2005;99:154–63.
- 2 Druzhevskaya AM, Ahmetov II, Astratenkova IV, Rogozkin VA: Association of the ACTN3 R577X polymorphism with power athlete status in Russians. *Eur J Appl Physiol.* 2008;103:631–4.
- 3 Himanshu Goel and Balraj Mittal: ACTN3 Athlete gene prevalence in North India, Department of Genetics, Sanjay Gandhi Post Graduate Institute of Medical Sciences, Lucknow 226 014, India , *CURRENT SCIENCE*, 84 VOL. 92, NO. 1, 10 JANUARY 2007.
- 4 Hugo, E.R; Stewart, V.J.; Gast, R.J. and Byres, T.J: Purification of amoeba mtDNA using UNSET procedure. In (protocols in protozoology), J.J.Lee& A.T.Soldo, eds.Soc.Protozoologist, Lawrence,KA., 1992, D 7.1-D7.2.
- 5 Kocher, T.D; Lee, W.J; Sobolewska, H.; Penman, D. and McAndrew, B: A Genetic Linkage Map of a cichlid Fish, the Tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Genetics*, 1998,148(3):1225-1232.)
- 6 McCauley T, Mastana SS, Hossack J, Macdonald M, Folland JP: Human angiotensin-converting enzyme I/D and alpha-actinin 3 R577X genotypes and muscle functional and contractile properties. *Exp Physiol.* 2009;94:81–9.
- 7 Mills M, Yang N, Weinberger R, Vander Woude DL, Beggs AH, Easteal S, North K: Differential expression of the actin-binding proteins, alpha-actinin-2 and -3, in different species: implications for the evolution of functional redundancy. *Human Molecular Genetics*;10:1335-1346.. 2001.
- 8 Roth SM, Walsh S, Liu D, Metter EJ, Ferrucci L, Hurley BF: The ACTN3 R577X nonsense allele is under-represented in elite-level strength athletes. *Eur J Hum Genet.* 2008;16:391–4.
- 9 Santiago C, Rodríguez-Romo G, Gómez-Gallego F, González-Freire M, Yvert T, Verde Z, Naclerio F, Altmäe S, Esteve-Lanao J, Ruiz JR, A: Is there an association between ACTN3 R577X polymorphism and muscle power phenotypes in young, non-athletic adults? *Scand J Med Sci Sports.* 2010 Oct;20(5):771-8
- 10 Vincent B, De Bock K, Ramaekers M, Van den Eede E, Van Leemputte M, Hespel P, Thomis MA: ACTN3 (R577X) genotype is associated with fiber type distribution. *Physiol Genomics.* 2007 Dec 19;32(1):58-63
- 11 Walsh S, Liu D, Metter EJ, Ferrucci L, Roth SM: ACTN3 genotype is associated with muscle phenotypes in women across the adult age span. *J Appl Physiol.* 2008;105:1486–91.
- 12 Yang N, MacArthur DG, Gulbin JP, Hahn AG, Beggs AH, Easteal S, North K: ACTN3 genotype is associated with human elite athletic performance. *American Journal of Human Genetics.* 2003 Sep;73(3):627-31.

LE GENE ACTN3 ET SES RELATIONS AVEC FORCE MUSCULAIRE COMME UN INDICATEUR DE LA SÉLECTION DES LUTTEURS

Ahmed H. Saad

Département des théories et applications des sports de combat, Faculté d'éducation physique, Université de Benha, Egypte

ahmed.zaghloul @ fped.bu.edu.eg

RÉSUMÉ

Cette étude vise à identifier la relation entre le gène ACTN3, la force maximale et la puissance explosive, en utilisant des tests de force maximale, et certains tests de puissance explosive. L'échantillon de cette étude se composait de 9 sujets, dont 8 étaient cadets lutteurs débutants (entre l'âge de 12-14 ans), a en plus été un adulte lutteur de niveau international. Pour tester si ce gène a la capacité de prédire le niveau du lutteur de la force musculaire, nous avons comparé les longueurs du gène étudié dans les débutants et le lutteur international en utilisant des enzymes de restriction. Les principaux résultats indiquent qu'il ya 8 enzymes qui ont réussi à différencier entre le lutteur international et lutteurs juniors de la longueur de ce gène, alors que 4 n'ont pas réussi. Les résultats indiquent également que le gène ACTN3 (R577X) ne peut prédire le niveau attendu de la force musculaire des lutteurs cadets, car il y avait 2 cadets avec une longueur de gène ACTN3 similaire au lutteur de niveau international. La similitude entre les acides aminés constitutifs des protéines musculaires a également été observée, ainsi que l'existence d'une relation directe entre une certaine force musculaire maximale et des tests de puissance explosive et la longueur du gène ACTN3.

MOTS-CLÉS: ACTN3; R577X, la force musculaire maximale, la force musculaire, la force maximale, force explosive.