

Review papers

DOPING – A DILEMMA OF THE MODERN SPORT

Doping in sport

BENEDYKT H. OPASZOWSKI

¹Institute of Sport in Warsaw, ²The Josef Pilsudski University of Physical Education in Warsaw, Faculty of Physical Education in Biała Podlaska

Mailing address: Benedykt H. Opaszowski, ¹Institut of Sport, Flat 16, 2 Trylogii Street, 01-892 Warsaw, tel. +48 22 8340812, e-mail: benedykt.opaszowski@insp.waw.pl; ²Faculty of Physical Education, 2 Akademicka Street, 21-500 Biała Podlaska, tel. +48 083 3428827, e-mail: benopa@wp.pl

Abstract: Apart from various well renowned values, the dynamically growing professional sport brings various threats to health, resulting from the use of prohibited drugs and other means of pharmacological aid. Various anti doping commissions attempt to counteract against doping in international as well as domestic sport. Based on anti doping laboratories commissions attempt to disqualify those sports people who use doping. On the other hand, the pressure exerted on them to achieve results – often related to financial, social or political concerns – results in a sort of a race between doping cheats and anti doping testing as far as various prohibited drugs are concerned. Recently there has been a lot of talk about not just hormonal stimulation of sports people’s organisms, but also... genetic doping. The threat of technological destruction of the idea of “fair play” through doping, seems to be quite real according to various analysis presented in the specialist literature, and only strong action undertaken by all sporting organisations, including the IOM, as well as preventive education, might succeed in stopping these doping trends.

Key words: sport, doping

Anti doping tests force people to undertake more precise... training methods?!

“If you want to win an Olympic medal, then you better choose your parents”. This statement made by a Swedish physiologist professor Åstrand, emphasises the fact that every person’s genetic conditions set out biological boundaries that cannot be changed by just “ordinary” training. Contemporary preparation of competitors has become a proverbial laboratory, where various biological, psychological and social components that could affect sporting success are analysed.

Sporting results are influenced by many factors (Fig. 1.), which if simplified, can be described as selection of the right people for the right sporting disciplines (i.e. so called sporting talent) and rational training (so called “optimum training”). Physical training containing work and rest elements, rational diet as well as psychological methods and techniques constitute the basis of sporting success. Contemporary physiological knowledge of physical effort shows biological conditions underlying mechanisms increasing physical efficiency and fitness that determine correct sport training. An athlete, who has a specific and personal safety margin, can move the boundaries of human abilities as a result of training. The Latin formula “*citius, altius, fortius*” transposed from the times of the ancient Greece has lost nothing of its meaning in the contemporary sport. Similarly the social perception of sporting success is highly significant not only for athletes, but also for the country (*vide* Olympic Games, international competition, rankings, tables, points awarding systems).



Fig 1. Factors influencing sporting results

Sport satisfies the natural need of physical and social activity. People involved in sports are usually young, and sport gives them a lot of joy, satisfaction and... financial benefits

(sometimes the money is really big). Sport entices young people away from the "plagues" of the modern civilisation – e.g. drug addition, alcoholism and smoking. It promotes sporting, hygienic and healthy life style. Through sporting activity young people realise such ideas as: brotherhood, equality, tolerance and understanding of other people's rights. The idea of "fair play" is the foundation of sporting competition. However the contemporary sporting competition causes that one of the factors that prompts people to undertake sports – i.e. care about one's health, becomes overshadowed by the desire to win – i.e. break records at any cost.

Meeting the need for basic nutrients, such as: proteins, carbohydrates, fats, vitamins, micro and macro elements, is the basic principle of nutrition not only in professional sport, but also in recreational forms of exercise. This is to do with the significant consumption of energy by sports people, which results from training and competition, where the use of energy is much greater than in the case of people who live sedentary life styles. The enormous physical effort performed by contemporary sports people at the boundary of biological endurance, requires athletes to take special nutrient preparations, which intensify the training effect, but at the same time they prevent excessive pressures and excessive exploitation of athletes' organisms. However, what we are referring to are permitted food supplementation by pharmacological preparations. These supplements are also a rational alternative to the prohibited pharmacological doping.

Success in sport results achieved are also determined by genetic factors. Hence the Professor Åstrand's statement that if you want to win an Olympic medal, you better find yourself right parents, and the training will do the rest. Careful ontogenesis of sporting results combined with the progressive phase, shows such a moment, where the improvement of sporting results is ceased. A plateau can be observed. This is the most difficult moment in any sporting career, as the theory of sport training does not provide a rational training concept at this phase. The sporting practice is dominated by the conviction that training should be continued to be intensified. However this may cause over-burdening of the athlete's organism, ultimately resulting in over-training. In some disciplines, morning war-up has become training. Similarly evening hours are sometimes devoted to training. This dominates particularly in disciplines, where the process of training intensification (long runs, swimming, cycling, weight lifting), is believed by trainers to influence sporting results. Such great a number of competitions and the resulting encumbrances, combined with stress prompt athletes to take sedative medications that diminish the adrenergic stimulation, or quite the opposite – they take stimulating medication. The change of time zones, resulting from competing in international leagues, results in high expectations placed on pharmacology (e.g. taking of melatonin, which is intended to regulate the daily rhythm related to the phase of sleep and daily activity). This is an intervention into subtle neurohormonal regulations. There are natural biological mechanisms that protect organism from exhaustion. Intensive physical training that intensified the condition of fatigue, taking place at various levels of the organism (central level, peripheral, organ, tissue, cell), is a cause of afferent pain pulsation of the working muscles (so called DOMS syndrome – *delayed onset of muscle soreness*). Destruction of the muscle fibrils structure, damage of red blood cells, mioglobinemia, excreting it in urine, can result in kidney damage [5,10]. The use of pain killers by athletes does not remove the reasons and the sources of pain cause by over training, but causes strengthening of the instrumental conditioning, which convinces athletes that elimination of pain will allow them to continue training or competing, while full restitution requires time. It is generally believed that the minimum difference between the

gold medal and the fourth place is a result of the abovementioned pharmacological stimulation. Obviously one can use food supplements including pharmacological preparations and various other supplements. Sensational masseur's ointment will also help, as it will help to get rid of the fatigue, improve the feeling and restore the vigour, while a mysterious pill – a miraculous elixir will make me the best. This is how doping starts. Genetic therapy [1] that prevents muscle weakness (age, sickness) is something desired not only by patients, but also by ... athletes. Cardiorespiratory fitness in endurance sports can be increased by genetic stimulation of production of erythropoietin [2,3,11]. Endurance largely depends on the availability of oxygen for the bone muscles, the quantity of oxygen supplied through the cardiovascular system, the quantity of erythrocytes and haemoglobin. Erythropoietin is a natural protein that stimulates erythropoiesis (increase in the number of red blood cells that carry oxygen). Its synthetic form called EPO is a choice medication kidney caused anaemia. In other types of anaemia, e.g. one caused by iron insufficiency, other choice medications are used. This fact is proved by clinical tests. Thanks hypobaric hypoxia high mountain training stimulates the kidney erythropoiesic factor. It increases the number of red blood cells, which in turn increases the oxygen capacity of blood and affects the aerobic efficiency, which is the biological foundation of endurance. The effects of erythropoietin are confirmed by prior tests conducted by Scandinavian researchers, concerning re-transfusion of blood to improve physical efficiency and endurance. Unfortunately there are grounds to believe that this knowledge was also used by athletes. There are instances of athlete's deaths resulting from taking of EPO. A lot of attention was devoted by the media to doping scandals involving Tour de France cyclists in 1998.

Data presented in the literature [1,3] show clearly the danger for human body, caused by the taking of the gene, which increases the production of erythropoietin. Scientist decided to inject monkeys with a synthetic gene that encodes erythropoietin. In all cases, after approximately 10 hours they observed increase in the quantity of erythrocytes in the monkeys' blood, which in turn caused dangerous increase in hematocrit. The thickened blood could result in damaging of the heart muscle. This forced the researchers to increase the amount of blood (plasma) by way of hydration (i.e. lowering the value of hematocrit). Such practices performed without medical supervision might have caused sudden deaths of athletes engaged in physical effort during competition. This is an example of filtration of clinical research intended to help patients, to sporting practices.

Let us imagine a situation, when a young man wants to look like superman, and to achieve that he takes IGF-1 (insulin like growth factor), which helps to increase the mass of muscles. According to research data [4,12] large concentrations of IGF-1 appear around microscopic damages of muscle fibrils, caused by intensive training. Scientists believe that this factor plays an important role in the activation of satellite stem cells, which regenerate the damaged muscle. Taking large doses (i.e. the more the better) can have its physiological price. It can cause unknown and unwanted results of application of excessive dosages of IGF-1, such as enlarges heart and the danger of heart failure. Similarly as it is the case with the use of anabolic steroids, excessive use of genetic therapy may prove to be selling one's soul to the devil, rather than a free ride to success. A Hercules like figure can be gained by injection of a hormone, without the necessity of laborious training. This is quite possible and real. Fitness clubs (body building clubs) are very popular. They are becoming a training ground for pharmacological experimenters, who wish to stimulate muscle growth.

When the genetic therapy strengthens its position at clinics, then its transposition to sports as a form of "genetic doping"

will only be a matter of time. Will genetic engineering create a super athlete?! It seems that the evolution of professional sport, which has become a great show, with a whole ideology and prestigious prizes, show that doping will not disappear from sports. New methods and doping manipulation means will be ahead of the very costly anti doping tests and procedures. Athletes have become uncritical beneficiaries of the pharmaceutical and bio-technological lobby, which initiates and conducts tests of newer and newer preparations and medications, and assists people in improving their bodies. Genetic vaccinations that cause increase in the mass of muscles are not so easy to detect in organism. Currently few sporting federations consent for collection of blood samples for anti doping tests. The only means of testing available include urine samples and standard placing of medications and other drugs defined as doping on lists of anti doping agencies.

Rudnam and his associates [10] in their attempt to prevent the lowered hormonal activity after the age of 35 (as the effect of the ageing process), came up with the idea that elderly people could replace missing hormones by taking the growth hormone. They assumed that the reason behind the decrease in body strength is the deficiency in endogenically released growth hormone. Patients suffering from deficiency of the pituitary gland often complain about general fatigue, mood disorders, problems with maintaining body mass. Clinical specialists believe that this condition is caused by deficiency of the growth hormone, which is described as a peculiar clinical syndrome. It is characterised by: lowering of the mass of muscles, increase in the content of fat (so called stomach symptom of obesity), deterioration of physical fitness, osteopetrosis, incorrect profile of lipids and generally bad mood. On the other hand one can say that all these symptoms appear in the population of old people. Hence, the theory that the growth hormone could liquidate the effects of ageing. A several months long experiment was conducted, which involves a group of people (61-80 years) ageing in the typical manner, who received the growth hormone. All of them were healthy, although they were diagnosed to have significant deficiency of growth hormone. The research showed that following a six month long taking of growth hormone (GH) there was an increase in fat free body mass, at the cost of decrease in fat tissue. This effect was achieved without any special diet or any physical exercise. Rudman and his associates [10] described the effects of hormone therapy as equal to the losses suffered by organism during 10 years of ageing. Hence it is assumed that the growth hormone could become hormone of youth.

The influence of growth hormone therapy in attempt to restore correct body composure is fully documented. Everyone emphasises the fact of decrease in fat tissue (particularly abdominal fat) and increase in active body mass, which can result in increasing of muscle strength. Some data suggest that combined effects of growth hormone and muscle training (i.e. in the case of people with GH deficiency) causes increase in the oxygen level, muscle strength, physical fitness and effort ability. In other research [8] it was found that people suffering from growth hormone deficiency experiences sleep disorders (particularly this includes the duration proportions of individual phases of sleep). Taking of growth hormone cured these disorders, resulting in restoration of correct deep sleep profile. Interesting data about the role of growth hormone in body heat elimination mechanisms are provided by results of clinical tests, where the variability of responses of individuals suffering from deficiency or excess of growth hormone excretion (with various etiology) indicates the role and significance of this hormone in thermo-regulation reactions. It was found that patients with abnormal GH secretion experience from sweat disorders. Excessive sweating (hyperhidrosis) is a classical symptom of acromegaly, while lowering of perspiration (hypo-

hidrosis) can be observed in the case of insufficient production of this hormone. When Pedersen and his associates [9] attempted to measure perspiration in a test utilising pilocarpine in patients diagnosed to suffer from GH deficiency, and found greater reduction in sweating in this group of individuals than in those included in the control group. Medical application of the growth hormone to these patients, did in fact improve perspiration in the test, and revealed subjective assessment of perspiration improvement. In practice this means that lowered perspiration adversely affects the heat dispersion mechanisms in organisms induced by muscle work. This results in abnormal increase in body temperature experienced by patients with GH deficiency, who perform physical effort or are affected by high ambient temperatures (passive influence of ambient heat). These authors believe that the growth hormone could be essential for correct functioning of eccrine sweat glands. Taking of the growth hormone modifies the sweat glands, which are influenced by the autonomic nervous system. In their conclusions they state that the growth hormone plays an important role in the processes of perspiration and thermoregulation. This could mean that significant increase in body temperature experienced by patients with GH deficiency, who did not respond by correct perspiration, is associated with reduction in hormonal control of the perspiration processes. This reason underlying disturbed heat elimination may also be related to weakening of the hypothalamic functions of thermoregulation centres. These authors assume that the weakening of thermoregulation mechanisms experienced by adult individuals with GH deficiency symptoms is caused by the lack of stimulation of eccrine sweat glands by the growth hormone. They believe that this is due to the fact that GH receptors are located in sweat glands, which is confirmed by restoration of normal perspiration after growth hormone treatment of patients suffering from GH deficiency. Growth hormone deficiency can cause thermal discomfort that appears during physical effort, which in turn causes fatigue much sooner than it would be otherwise. On the other hand in the case of excess production of the growth hormone in individuals suffering from acromegaly (as it can be expected) increased perspiration during physical effort can cause premature dehydration, which is also a factor of fatigue. In this light the growth hormone becomes a factor limiting effort tolerance.

Clinical tests and scientific observations [6,7,13] show that the growth hormone action is multidirectional and complex, and its influence is visible in functions of numerous systems and organs. It is particularly apparent, when its deficiency affects adults. It is absolutely certain that it plays an important role in management of carbohydrates, proteins and fat, hence it influences the process of metabolism.

The complexity of human organism requires nerve and hormonal regulation in order to coordinate the function and metabolism of trillions of human body cells. The regulatory influence of internal secretion glands, whose secretion is subject to continuous influence of endogenous and exogenous rhythms, takes place based on the principle of feedbacks (positive and negative), which constitute an important mechanism regulating their synthesis and secretion. Hormonal regulation is a complicated process, wherein one reaction causes another and then another one. This causes a peculiar cascade of reactions. As mentioned before secretion of GH is of pulsating nature. The action of the growth hormone in organism takes place through polypeptide growth factors (IGF - insulin-like growth factor) referred to as somatomedins, secreted by liver and other tissues as a response to the action of GH. IGF-1 modulates the secretion of the growth hormone based on the principle of feedback in the pituitary gland and the hypothalamus. Regardless of correct pulsating secretion, other factors can stimulate production of the growth hormone. These in-

clude the abovementioned sleep, consumption of proteins, hypoglycaemia, pregnancy, mental stress, hyperthermia and obviously physical effort [7,13].

One needs to bear in mind that all hormones operate within a network of subtle and not fully explained feedbacks. The peculiar cascade of their operation can be seen due to the fact that one hormone can constitute a secretion signal for another one, whose response is either strong or weak, depending on the concentration of that hormone in blood. Constant application of artificial exogenous hormone can hinder/distort the natural physiological feedback mechanism. Additionally one ought to remember that the growth hormone action takes place through receptors, and constant stimulation thereof can cause unpredictable direction of local adaptation or disappearance of the receptors. Additionally the level of knowledge concerning growth hormone replacement or stimulation of its secretion, refers to immediate effects that are outright sensational, and it is absolutely unknown what will be the long term effects of hindering the feedback mechanisms and the weakening of the hormone secretion stimulation.

The well known anabolic action of GH and its favourable influence on the muscle building process (strength) is used in the professional sport. This is exacerbated by the difficulty in detecting of growth hormones in urine samples submitted by sports people. Physical effort is a natural and strong physiological stimulant of production of this hormone. After the enthusiastic reactions to the results of the research conducted by Rudman and his associates [10] reports containing warnings against certain effects of exogenous growth hormone became to appear. This is mainly to do with the over-use of GH by athletes, who take it to improve their achievements. Large doses used by healthy individuals caused increase in 47 bodily dimensions, resulting in developing of acromegaly (significant increase in the size of certain body parts). This condition often leads to heart attack and death. Occasionally it happens that this induces diabetes through intolerance of sugar and tendency to retain water in the organism, causing local swelling. Taking of the growth hormone can cause pain in muscles and joints, resulting in so called carpal tunnel syndrome. GH hormone replacement therapy (as a medication) is designed for people with deficiency of this hormone, and not for healthy people. Should a **“healthy person take medication”** – this is a question that could be posed to athletes. And if medication is present in sports, it means that the sport is sick, and athletes should not be role models for young people, all in spite of the fact that the medicine sees the growth hormone as an elixir that could extend human life and a panacea for stopping of the ageing process. There is no necessity for interfering with physiology using pharmacological preparations, but the sport should be taking advantage of state of the art physiological achievements.

There is a strong conviction amongst athletes that everyone takes drugs, but only few get caught. Data provided by anti doping commissions of numerous countries show that as little as 2-3% of all samples are positive. One could assume that this is a marginal percentage as compared to the total population of professional athletes. However if it is assumed that the doping detection methods remain “behind” the ever improving methods used by athletes (e.g. exogenous growth hormone, insulin like growth factor, masking of medication, urine manipulation, etc.), and it is taken into consideration that the total number of samples collected contain those of people tested several times a year, then one can assume that the percentage of positive samples is much greater. This can also be linked to the costs of anti doping tests. Financial reasons are a factor limiting the number of samples collected, thus limiting the number of athletes subjected to control. Anti doping tests conducted at great sporting events sometimes include only the winners, with

others subject to merely random collection of samples. Apart from the modernity of detection methods or lack thereof at anti doping laboratories, this is one of the factors probably have caused such low degree of success in elimination of doping from sports. Random controls outside of competition, analysis of trends in so called Olympic cycles as well as more frequent controls in doping prone disciplines, can make the anti doping procedures more successful. In this case it is important to promote anti doping education amongst young people. The pressure to achieve good results and to win (money, fame, orders and state funded life time pensions) is so great that athletes do not hesitate to take the risk of ruining their careers and healths, and any rational arguments against doping are just wishful thinking. Nevertheless international agencies will continue to undertake actions aimed at decreasing the number of doping cheats, and to protect athletes against the risks of doping. This will not only be unjustified hope that taking into consideration all factors that determine the fact that athletes get involved into doping results in strengthening of the sporting tradition, so that pure talent combined with hard work and strong winning motivation become the role model for young people who attempt to realize their sporting competition dreams.

Literature

1. Andersen J.P., Schjerling P., Saltin B. (2001) Geny zamiast koksu. *Świat Nauki*, 8, 48-57.
2. Birkeland K.I., Stray-Gundersen J., Hemmersbach P., Hallen J., Haug E., Bahr R. (2000) Effect of rhEPO administration on serum levels of sTfR and cycling performance. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 32, 1238-1243.
3. Audran M., Gareau R., Matecki S., Durand F., Chenard C., Sicart M.T., Marion B., Bressolle F. (1999) Effects of erythropoietin administration in training athletes and possible indirect detection in doping control. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 31, 639-645.
4. Ghigo E., Boghen M., Casanueva F.F., Dieguez C. (1999) Growth Hormone Secretagogues. Basic Findings and Clinical Implications. Elsevier Press, Amsterdam.
5. Klatz R., Kahn C. (1997) Hormon wzrostu hormonem młodości. Wydawnictwo AMBER, Warszawa.
6. Kraemer W.J. (1980) Endocrine responses to resistance exercise. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 20, 152-157.
7. Opaszowski B.H. (2001) Czynniki wpływające na obwodowe stężenie hormonu wzrostu (GH) w warunkach wysiłku fizycznego. Instytut Sportu, Warszawa, pp.157.
8. McMurray R.G., Eubank T.K., Hackney A.C. (1995) Nocturnal hormonal responses to resistance exercise. *Eur. J. Appl. Physiol.*, 72, 121-126.
9. Pedersen S.A., Welling K., Michaelsen K.F., Jørgensen J.O., Christiansen J.S., Skakkebaek N.E. (1989) Reduced sweating in adults with growth hormone deficiency. *Lancet*, 16, (8664) 681-682.
10. Rudman D., Feller A.G., Cohn L., Shetty K.R., Rudman I.W. (1991) Effects of human growth hormone on body composition in elderly men. *Hormone Research*, 36, 321-329.
11. Shermer M. (2008) Dylemat kolarza. *Świat Nauki*, 5, 46-51.
12. Sukho Lee (2004) Viral expression of Insulin-like Growth Factor-1 enhances muscle hypertrophy in resistance-trained rats. *Eur. J. Appl. Physiol.*, 96, 1097-1104.
13. Sutton J.R., Farrell P.A., Harber V.J. (1990) Hormonal adaptation to physical activity, [in:] Bouchard C. (and all.), (ed.) Exercise, Fitness and Health, Human Kinetics Books, Champaigne, 217-257.

Submitted: June 6, 2008

Accepted: August 27, 2008

DOPING – DYLEMATEM WSPÓŁCZESNEGO SPORTU

Doping w sporcie

BENEDYKT H. OPASZOWSKI

¹*Instytut Sportu w Warszawie,* ²*Akademia Wychowania Fizycznego Józefa Piłsudskiego w Warszawie, Zamiejscowy Wydział Wychowania Fizycznego w Białej Podlaskiej*

Adres do korespondencji: Benedykt H. Opaszowski, ¹Instytut Sportu, ul. Trylogii 2/16, 01-892 Warszawa, tel. 022 8340812, e-mail: benedykt.opaszowski@insp.waw.pl; ²Zamiejscowy Wydział Wychowania Fizycznego, ul. Akademicka 2, 21-500 Biała Podlaska, tel. 083 3428827, e-mail: benopa@wp.pl

Streszczenie: Dynamicznie rozwijający się sport wyczynowy, obok uznawanych wartości niesie z sobą zagrożenia dla zdrowia w wyniku stosowania przez sportowców niedozwolonych środków i metod wspomaganie farmakologicznego. Przeciwdziałać temu stanowi podejmują się komisje do zwalczania doping w sporcie na szczeblu międzynarodowym, jak i krajowym. W oparciu o laboratoria antydopingowe komisje podejmują działania zmierzające do wykluczenia z zawodów tych sportowców, którzy sięgają po doping. Z drugiej strony presja osiągnięcia wysokiego wyniku sportowego, wskutek uwarunkowań natury finansowej, społecznej a nawet politycznej powoduje, że powstaje specyficzny wyścig pomiędzy dopingującymi się sportowcami a badaniami antydopingowymi w zakresie technologii stosowania niedozwolonych środków. W ostatnim okresie mówi się już nie tylko o stymulacji hormonalnej organizmu trenujących sportowców ale pojawia się groźba doping... genetycznego. Groźba technologicznego zniszczenia idei „fair play” przez doping wydaje się być w świetle analizy specjalistycznego piśmiennictwa bardzo realna i tylko zdecydowane działania wszystkich organizacji sportowych z MKOL-em na czele, oraz profilaktyczna edukacja mogą te dopingowe tendencje zahamować.

Słowa kluczowe: sport, doping

Badania antydopingowe zmuszają do bardziej precyzyjnych metod... treningowych?!

„Jeśli chcesz zdobyć medal olimpijski, to wybierz sobie rodziców”. Ta formuła, wypowiedziana przez szwedzkiego fizjologa profesora Åstranda, podkreśla fakt, że uwarunkowania genetyczne każdego z nas wyznaczają granice biologiczne, których „zwykły” trening nie przesuwa. Współczesne przygotowanie zawodnika do zawodów stały się przysłowiowym laboratorium, w którym analizie poddaje się wszystkie komponenty biologiczne, psychologiczne, społeczne mogące mieć wpływ na sukces sportowy.

Na wynik sportowy wpływ ma wiele czynników (Ryc. 1.), co w uproszczeniu można określić doбором właściwej osoby do danej dyscypliny sportowej (tzw. talent sportowy) i racjonalnie prowadzonym treningiem (tzw. „optymalny trening”). Trening fizyczny, zawierający składowe pracy i wypoczynku, racjonalna dieta oraz metody i techniki psychologiczne stanowią podłoże sukcesu sportowego. Współczesna wiedza z zakresu fizjologii wysiłku fizycznego pokazuje biologiczne uwarunkowania mechanizmów zwiększających wydolność fizyczną i sprawność, warunkującą właściwą realizację treningu sportowego. Sportowiec, który dysponuje gatunkowym i osobniczym marginesem bezpieczeństwa w wyniki treningu może przesuwać granicę możliwości ludzkich. Łacińska formuła „*citius, altius, fortius*” przeniesiona z czasów starożytnej Grecji nic nie straciła na znaczeniu we współczesnym sporcie. Podobnie też odbiór społeczny sukcesu sportowego ma duże znaczenie nie tylko dla samego sportowca, ale i dla kraju (*vide* Igrzyska Olimpijskie, rywalizacja międzynarodowa, rankingi, tabele, punktacje).

Sport zaspokaja naturalną potrzebę aktywności fizycznej i społecznej. Dotyczy głównie ludzi młodych, dając ze zwycięstwa dużo radości, satysfakcji i ... gratyfikacji materialnych



Ryc. 1. Czynniki wpływające na wynik sportowy.

(czasami są to duże pieniądze). Sport odciąga młodych ludzi od „plag” współczesnej cywilizacji – narkomanii, alkoholizmu i nikotynizmu. Kształtuje sportowy, higieniczny i prozdrowotny styl życia. Poprzez aktywność sportową młodzi ludzie realizują takie idee, jak: braterstwo, równość, tolerancję, poszanowanie

i rozumienie praw innych. Idea „fair play” jest fundamentem rywalizacji sportowej. Ale współczesna rywalizacja sportowa powoduje, że jedna z przesłanek motywujących udział w sporcie, a mianowicie troska o własne zdrowie, staje się przesłonięta przez wolę zwycięstwa – rekordu za wszelką cenę.

Pokrycie zapotrzebowania na podstawowe składniki pokarmowe, takie jak: białka, węglowodany, tłuszcze, witaminy, mikro i makroelementy jest podstawowym kanonem żywienia nie tylko w sporcie wyczynowym, ale i w rekreacyjnych formach ćwiczeń. Związane jest to z dużym wykorzystaniem energii przez sportowców, co wynika z faktu treningu i zawodów, gdzie obrót energii jest kilkakrotnie wyższy aniżeli u osobników prowadzących sedenteryjny tryb życia. Olbrzymi wysiłek fizyczny, wykonywany przez współczesnych sportowców na granicy wytrzymałości biologicznej, wymaga podawania także specjalnych preparatów odżywczych, które wzmagają efekt treningowy, ale jednocześnie przeciwdziałają nadmiernym przeciążeniom i nadmiernej eksploatacji organizmu zawodnika. Mówimy tu o dozwolonej suplementacji żywieniowej preparatami farmakologicznymi. Stanowią owe suplementy także racjonalną alternatywę dla niedozwolonego w sporcie dopingu farmakologicznego.

O sukcesie w sporcie, wyniku sportowym decydują także czynniki genetyczne. Stąd powiedzenie prof. Åstranda, że jeśli chcesz zdobyć medal olimpijski to poszukaj sobie rodziców, a resztę zrobi trening. Swoista ontogeneza wyników sportowych, obok progresywnej fazy, pokazuje taki moment, w którym przyrost wyniku sportowego ustaje. Obserwuje się plateau. Jest to właściwie najtrudniejszy moment w karierze sportowej, bowiem teoria treningu sportowego nie podaje racjonalnej koncepcji treningu w tej fazie. W praktyce sportowej dominuje przekonanie, że w dalszym ciągu należy zwiększać obciążenia treningowe. Stąd bliska droga do przeciążenia organizmu sportowca, prowadząca do stanu przetrenowania. Rozruch poranny, w niektórych dyscyplinach stał się treningiem. Podobnie godziny wieczorne są czasem przeznaczonym na trening. Takie postępowanie dominuje szczególnie w dyscyplinach, gdzie proces zwiększania objętości treningu (biegi długie, pływanie, kolarstwo, podnoszenie ciężarów), w przekonaniu trenerów ma wpływ na rezultat sportowy. Także duża ilość startów w zawodach i wynikające stąd obciążenia startowe, związane z silnym stresem powodują, że sportowiec sięga po środki uspokajające, tonujące zwiększone pobudzenie adrenergiczne, lub też odwrotnie, po środki pobudzające. Zmiana stref czasowych, wynikająca ze startów w ligach światowych, powoduje stan dużego oczekiwania na pomoc ze strony farmakologii (np. sięganie po melatoninę, której podanie ma regulować rytmikę dobową związaną z fazą snu i aktywności dziennej). Jest to już pewna ingerencja w subtelne regulacje neurohormonalne. Istnieją naturalne mechanizmy biologiczne chroniące organizm przed wyczerpaniem. Intensywny trening fizyczny, pogłębiający stan zmęczenia, przebiegającego na różnych poziomach organizmu (poziom centralny, obwodowy, narząd, tkanka, komórka), jest m. in. przyczyną aferentnej impulsacji bólowej z pracujących mięśni (tzw. zespół DOMS – *delayed onset of muscle soreness*). Zniszczenie struktury włókienek mięśniowych, uszkodzenie krwinek czerwonych, mioglobinemii, wydalania jej z moczem, mogą w konsekwencji prowadzić do uszkodzenia nerek [5,10]. Stosowanie przez sportowców np. środków przeciwbólowych, nie usuwa przyczyny i źródła potreningowego bólu, ale powoduje wzmocnienie swoistego uwarunkowania instrumentalnego, powstaje przekonanie, że eliminacja bólu pozwoli podjąć kolejny trening lub wystartować w zawodach, a pełna restytucja wymaga czasu. Panuje przekonanie, że o minimalnych różnicach pomiędzy złotym medalem a czwartym miejscem decyduje, wymienione wyżej, wspomaganie farmakologiczne. Oczywiście dozwolona suplementacja diety preparatami farmakologicznymi, tajemniczymi odżywkami różnego pochodzenia.

Pomoże tu rewelacyjna maść masażyści, która zdejmie odium zmęczenia, poprawi samopoczucie i przywróci wigor, a tajemnicza tabletki – cudowny eliksir sprawi, że będę najlepszy. Stąd już bliska droga po... doping. Terapii genowej [1] przeciwdziałającej osłabieniu siły mięśniowej (wiek, choroba) oczekują nie tylko pacjenci, ale także ... sportowcy. Wydolność fizyczna tlenowa tak istotna w dyscyplinach wytrzymałościowych może być zwiększona przez genetyczną stymulację wytwarzania erytropoetyny [2,3,11]. Wytrzymałość zależy w dużym stopniu od dostępności tlenu dla mięśni szkieletowych, od ilości tlenu dostarczanego przez układ krążeniowo-oddechowy, ilości erytrocytów i hemoglobiny. Naturalnie występującym w organizmie białkiem, które stymuluje erytropoetę (wzrost liczby czerwonych krwinek transportujących tlen) jest erytropoetyna. Jej syntetyczna forma, zwana EPO, jest lekiem z wyboru w anemii pochodzenia nerkowego. W innych anemiach, na przykład w anemii z niedoboru żelaza, są inne leki z wyboru. Fakt ten wynika z badań klinicznych. Trening wysokogórski, poprzez hipoksję hipobaryczną stymuluje nerkowy czynnik erytropoetyczny. Zwiększa się liczba czerwonych krwinek, co z kolei prowadzi do wzrostu pojemności tlenowej krwi i ma związek z wydolnością aerobową. A ta z kolei jest biologicznym fundamentem wytrzymałości. Skutki działania erytropoetyny poprzedzone były wcześniejszymi badaniami m. in. autorów skandynawskich związane z retransfuzją krwi w celu poprawy wydolności fizycznej i wytrzymałości. Niestety są podejrzenia, że z wiedzy tej skorzystali także sportowcy. Znaną są przypadki zgonu sportowców, u których podejrzewano stosowanie EPO. Szczególnego rozgłosu nabrały afery dopingowe związane z zawodnikami startującymi w Tour de France w 1998 roku.

Dane z piśmiennictwa [1,3] pokazują, jakie niesie za sobą niebezpieczeństwo dla zdrowia i życia wprowadzenie do organizmu genu mającego zwiększyć wytwarzanie erytropoetyny. Naukowcy postanowili wprowadzić do organizmów małp syntetyczny gen kodujący erytropoetynę. We wszystkich przypadkach po ok. 10 tygodniach zaobserwowano znamienne zwiększenie ilości erytrocytów we krwi zwierząt, co doprowadziło do niebezpiecznego wzrostu hematokrytu. Zagęszczona krew mogła doprowadzić do uszkodzenia mięśnia sercowego. Zmusiło to badaczy do zwiększenia objętości krwi (osocza) poprzez nawodnienie (tu: zmniejszenie wartości hematokrytu). Takie praktyki, prawdopodobnie poza kontrolą medyczną, mogły stać się przyczyną nagłych zgonów sportowców podczas wysiłku fizycznego w czasie startu w zawodach. Mamy więc tutaj przykład przenikania badań klinicznych, które mają pomóc choremu, do praktyki sportowej.

Można wyobrazić sobie taką sytuację, że młody człowiek chcąc uzyskać sylwetkę supermana sięgnie np. po IGF-1 (insulionopodobny czynnik wzrostu), który to czynnik przyczynia się do zwiększenia masy mięśniowej. Z badań wynika [4,12], że IGF-1 występuje w wysokim stężeniu wokół mikroskopijnych uszkodzeń włókienek mięśniowych spowodowanych ciężkim treningiem. Naukowcy przypuszczają, że czynnik ten odgrywa istotną rolę w aktywacji macierzystych komórek satelitarnych, których działanie regeneruje uszkodzony mięsień. Przyjmowanie dużych dawek, co wiąże się z zasadą im więcej tym lepiej, może mieć swoją cenę fizjologiczną. Może to spowodować nieznane i niepożądane jeszcze skutki stosowania nadmiernych dawek IGF-1, takich jak powiększone serce i niebezpieczeństwo zatrzymania jego funkcji. Podobnie jak w przypadku stosowania steroidów anabolicznych nadużywanie terapii genowej może w skutkach okazać się bardziej zaprzęciem duszy diabłu aniżeli łatwym i darmowym biletem do sukcesu. Sylwetkę Herkulesa osiągnie trenujący osobnik np. dzięki iniekcji hormonu, bez ciężkiej i katorżniczej pracy treningowej. Taka perspektywa jest prawdopodobna, a wręcz już realna. Liczne kluby fitness (kulturystyczne) są bardzo popularne. Stają się też swoistym poligonem doświadczalnym dla ekspery-

mentatorów farmakologicznych stymulujących pożądaną rozwój masy mięśniowej.

Gdy genowa terapia umocni się w klinikach, to przeniesienie jej do sportu jako formy „genowego dopingu” będzie tylko kwestią czasu. Czy inżynieria genetyczna pozwoli stworzyć supersportowca?! Wydaje się, że ewolucja sportu wyczynowego, który umocnił się w formule wielkiego widowiska, z całą swoją ideologią, wysokimi i prestiżowymi nagrodami pokazuje, że doping nie zniknie z areny sportowej. A nowe metody i techniki manipulacji środkami i metodami dopingowymi będą wyprzedzały bardzo kosztowne badania i procedury antidopingowe. Lobby farmaceutyczne i biotechnologiczne inicjujące i prowadzące badania nad coraz to nowszymi preparatami, lekami staje się jedną ze stron poprawiającą genetycznie nasze ciało, znajduje swego bezkrytycznego odbiorcę w sportowcu. Szczepionki genowych powodujących np. rozrost masy mięśniowej tak łatwo nie da się wykręcić w organizmie. Jak na razie, tylko niewiele federacji sportowych wyraża zgodę na pobranie próbek krwi do badań antidopingowych. Nadal pozostaje próbka moczu i standardowe oznaczenia leków i środków zdefiniowanych jako dopingowe na listach agencji walczących z niedozwolonym dopingiem w sporcie.

Rudnam i wsp. [10] chcąc przeciwdziałać obniżonej po 35 roku życia aktywności hormonalnej (jako efekt procesu starzenia się człowieka) zaproponowali uzupełnianie hormonów u ludzi w starszym wieku właśnie poprzez zastosowanie hormonu wzrostu. Autorzy wyszli z założenia, że przyczyną spadku możliwości funkcjonalnych/siły organizmu jest niedobór endogennie uwalnianego hormonu wzrostu. Chorzy z niedoczynnością przysadki skarżą się często na ogólne zmęczenie, zaburzenia nastroju, problemy z utrzymaniem masy ciała. Klinicyści przypisują ten stan niedoborom hormonu wzrostu co określają jako swoisty zespół kliniczny. Cechuje go: zmniejszenie masy mięśniowej, zwiększenie zawartości tłuszczu w ustroju (tzw. brzuszna postać otyłości), zmniejszenie wydolności fizycznej, osteopenia, nieprawidłowy profil lipidów oraz gorsze samopoczucie. Z drugiej strony można powiedzieć, że wszystkie te objawy występują w populacji ludzi starych. Stąd powstała teoria, że hormon wzrostu może niwelować/likwidować skutki starzenia się. Przeprowadzono wielomiesięczny eksperyment, w którym wybranej grupie (w wieku 61-80 lat) starzejącej się w typowy sposób podawano wstrzykiwany hormon wzrostu. Wszyscy ci badani byli zdrowi, chociaż stwierdzono u nich znaczny niedobór hormonu wzrostu. Badania wykazały, że po 6 miesięcznej kuracji hormonem wzrostu (GH) beztłuszczowa masa ciała zwiększyła się w znaczący sposób kosztem obniżenia się tkanki tłuszczowej. Uzyskano ten efekt bez specjalnej diety i stosowania ćwiczeń fizycznych. Rudman i wsp. [10] efekty kuracji hormonalnej określili równe stratom jakie ponosi organizm podczas 10 lat starzenia się. Stąd droga do sformułowania tezy, że hormon wzrostu stać się może hormonem młodości.

W pełni udokumentowany jest fakt wpływu leczenia hormonem wzrostu na przywrócenie prawidłowego składu ciała. Wszyscy podkreślają zmniejszenie tkanki tłuszczowej (szczególnie tłuszczu brzuszego) i wzrost aktywnej masy ciała co prowadzić może do zwiększenia siły mięśniowej. Są dane, które wskazują na to, że skojarzone działanie podawania hormonu wzrostu i treningu mięśniowego (dot. osób z deficytem GH) wpływa na wzrost pułapu tlenowego, siły mięśniowej, sprawności fizycznej, zdolności wysiłkowych. W innych badaniach [8] stwierdzono, że u osób z niedoborem hormonu wzrostu występują zaburzenia snu (dotyczy to szczególnie proporcji trwania poszczególnych faz snu). Podanie hormonu niwelowało te zaburzenia. Przywracało prawidłowy profil snu głębokiego. Interesujących danych na temat roli hormonu wzrostu w mechanizmach eliminacji ciepła z organizmu dostarczają wyniki badań klinicznych, gdzie zmienność odpowiedzi u osobników z deficytem lub nadmiarem sekrecji hormonu wzrostu

(o różnej etiologii) wskazuje na rolę i znaczenie tego hormonu w reakcjach termoregulacyjnych. Stwierdzono, że pacjenci z anormalną sekrecją GH mają najczęściej zaburzone pocenie. I tak nadmierne wydalenie potu (hyperhidrosis) jest klasycznym symptomem akromegalii, a obniżenie potliwości (hypohidrosis) obserwuje się u pacjentów w przypadkach niewystarczającego wyrzutu tego hormonu. Pedersen i wsp. [9] mierząc wydzielanie potu w teście z zastosowaniem pilokarpiny u badanych z rozpoznaniem niedoboru GH stwierdzili dużą redukcję pocenia w tej grupie aniżeli u osobników z grupy kontrolnej. Aplikacja medyczna hormonu wzrostu tym pacjentom istotnie poprawiła wydalenie potu w tym teście, a także ujawniła subiektywną ocenę poprawy zdolności pocenia. W praktyce oznacza to, że zmniejszenie produkcji potu zaburza mechanizmy rozpraszania ciepła w organizmie indukowanego pracą mięśniową. To jest przyczyną nienormalnego wzrostu temperatury ciała u pacjentów z deficytem GH wykonujących wysiłek fizyczny oraz przebywających w środowisku o wysokiej temperaturze (pasywny wpływ ciepła z otoczenia). Autorzy ci przypuszczają, że hormon wzrostu może być niezbędnym w prawidłowym funkcjonowaniu ekrynnych gruczołów potowych. Podanie hormonu wzrostu modyfikuje gruczoły potowe, które podlegają wpływom autonomicznego układu nerwowego. W konkluzji podają, że hormon wzrostu pełni istotną rolę w procesach pocenia i termoregulacji. Oznacza to może, że wysoki wzrost temperatury ciała jaki zanotowano u pacjentów z deficytem GH, a nie odpowiadających prawidłowym poceniem, wiąże się z redukcją hormonalnej kontroli w procesach wydzielania potu. Ta przyczyna zaburzonej eliminacji ciepła wiązać się może także z osłabieniem funkcji podwzgórzowych ośrodków termoregulacyjnych. Autorzy ci zakładają, że to osłabienie mechanizmów termoregulacyjnych jakie występuje u dorosłych osobników z symptomami deficytu wydzielniczego GH jest spowodowane brakiem stymulacji ekrynnych gruczołów potowych przez hormon wzrostu. Uzasadniają to faktem lokalizacji receptorów GH w gruczołach potowych co potwierdza się przywróceniem normalnej potliwości po leczeniu hormonem wzrostu pacjentów z jego deficytem. Deficyt wydzielniczy hormonu wzrostu stanowić może podłoże dyskomfortu termicznego jaki ujawnia się podczas wysiłku fizycznego a co przyczynia się m.in. do szybciej występującego zmęczenia. Natomiast w przypadku nadmiernego wydzielania hormonu wzrostu u akromegalików (jak można przypuszczać) nasilenie pocenia podczas wysiłku fizycznego może prowadzić do wcześniej występującej dehydratacji, która także stanowi jeden z czynników zmęczenia. W tym świetle hormon wzrostu staje się czynnikiem ograniczającym tolerancję wysiłkową.

Badania kliniczne i obserwacje naukowe [6,7,13] pokazują, że działanie hormonu wzrostu jest wielokierunkowe i złożone, a jego wpływ widoczny jest w funkcji licznych układów i narządów wewnętrznych. Szczególnie ujawnia się to wtedy, kiedy obserwuje się jego niedobór u osób dorosłych. Pewnym jest, że odgrywa on istotną rolę w gospodarce węglowodanowej, białkowej i tłuszczowej organizmu, a więc wpływa na metabolizm.

Złożoność organizmu ludzkiego wymaga regulacji nerwowej i hormonalnej w celu skoordynowania funkcji i metabolizmu bilionów komórek ciała ludzkiego. Regulacyjny wpływ gruczołów wydzielania wewnętrznego, których sekrecja podlega ciągłym wpływom rytmów endo- i egzogennych, odbywa się na zasadzie działania sprzężeń zwrotnych (dodatnich i ujemnych), które stanowią istotny mechanizm regulujący ich syntezę i wydzielanie. Regulacja hormonalna jest procesem skomplikowanym, w którym jedna reakcja pociąga następną, ta zaś kolejną. Wywołuje to swoistą kaskadę reakcji. Wydzielanie GH, jak już wspomniano ma charakter pulsacyjny. Pobudzające działanie hormonu wzrostu w organizmie dokonuje się poprzez polipeptydowe czynniki wzrostu (IGF – insulin-like growth

factor) nazwane somatomedynami, a wydzielanymi przez wątrobę i inne tkanki jako odpowiedź na działanie GH. IGF-1 moduluje wydzielanie hormonu wzrostu na zasadzie ujemnego sprzężenia zwrotnego w przysadce i podwzgórzu. Niezależnie od właściwej sekrecji pulsacyjnej, inne czynniki mogą stymulować jego wyrzut. Są to zaznaczone już sen, spożycie głównie białek, hipoglikemia, ciąża, stres psychiczny, hipertermia, oraz oczywiście wysiłek fizyczny [7,13].

Trzeba pamiętać, że wszystkie hormony działają w sieci subtelnych i nie w pełni jeszcze wyjaśnionych sprzężeń zwrotnych. Swoista kaskada ich działania widoczna jest w tym, że jeden hormon stanowi sygnał wydzielniczy dla drugiego, którego odpowiedź jest mniej lub bardziej nasiloną w zależności od tego jakie stężenie jego znajduje się we krwi. Dostarczając nieprzerwanie w sposób sztuczny egzogeny hormon, można zahamować/zaburzyć naturalny fizjologiczny mechanizm sprzężeń zwrotnych. Ponadto trzeba pamiętać, że działanie hormonu wzrostu dokonuje się poprzez swoiste receptory i ciągle ich stymulacja prowadzi do nieprzewidzianego kierunku adaptacji obwodowej lub zaniku receptorów. Ponadto stan wiedzy w zakresie substytucji hormonu wzrostu lub stymulacji jego wydzielania odnosi się do efektów natychmiastowych, które są wręcz rewelacyjne, a nie wiadomo jakie są – będą odległe skutki hamowania mechanizmów sprzężeń zwrotnych a także osłabienia stymulacji wydzielniczej hormonu.

Dobrze poznane anaboliczne działanie GH i korzystny wpływ na budowanie masy mięśniowej (siły) znalazło swoje wykorzystanie w sporcie wyczynowym. Wpływ na ten stan ma fakt trudności wykrycia stosowania hormonu wzrostu w próbkach moczu pobranego od sportowców. Wysiłek fizyczny jest przecież silnym naturalnym fizjologicznym stymulatorem jego wyrzutu. Po entuzjastycznych reakcjach na wyniki badań m.in. Rudmana i wsp. [10] zaczęły pojawiać się doniesienia, przestrzegające przed niektórymi skutkami stosowania egzogenne hormonu wzrostu. Dotyczy to, niestety nadużywania GH przez sportowców, którzy w swojej karierze sięgnęli po nią w celu poprawienia swoich osiągnięć. Stosowane duże dawki, w przypadku osobników zdrowych prowadziły do powiększenia 47 wymiarów ciała powodując rozwój akromegalii (znaczne powiększenie niektórych części ciała). Choroba ta bardzo często kończy się zawałem serca i śmiercią. Znane są fakty indukowania cukrzycy poprzez nietolerancję glukozy i tendencja do zatrzymywania wody w organizmie prowadzące do obrzęków obwodowych. Podawanie hormonu wzrostu może powodować bóle mięśniowe i stawowe oraz prowadzić do tzw. zespołu cieśni nadgarstka. Stosowanie hormonalnej terapii zastępczej GH (jako leku) dotyczy przecież ludzi z niedoborem tego hormonu, a nie człowieka zdrowego. Czy „**zdrowy człowiek powinien brać leki?**” – takie pytanie można postawić sportowcom. A jeśli sport sięga po leki to oznacza, że staje się chorym i nie powinien być wzorem dla młodzieży, mimo, iż w hormonie wzrostu medycyna upatruje eliksiru na wydłużenie ludzkiego życia i panaceum na zatrzymanie procesu starzenia się organizmu. Nie trzeba ingerować w fizjologię sięgając po preparaty farmakologiczne, a sport powinien korzystać z najnowszych zdobyczy fizjologii.

Istnieje w środowisku sportowym przekonanie, że po środki farmakologiczne sięgają wszyscy, ale tylko nieliczni zostają złapani na doping. Dostępne dane, jakie przedstawiają komisje antydopingowe wielu krajów pokazują, że procent pozytywnych wyników zawiera się w przedziale 2-3% wszystkich badanych próbek. Można by przyjąć tezę, że jest to odsetek marginalny w odniesieniu do całej populacji uprawiającej sport wyczynowo. Ale jeśli założy się, że skuteczność metod wykrywania środków dopingujących pozostaje „w tyle” za coraz to nowocześniejszymi metodami stosowanymi przez sportowców (np. egzogeny hormon wzrostu, insulinopodobny czynnik wzrostu, maskowanie branych leków, manipulacje moczem,

itp.) i pod uwagę weźmie się fakt, że w ogólnej ilości pobranych próbek są próbki osób poddanych kilkakrotnie badaniom w ciągu roku, to można założyć, że odsetek próbek pozytywnych jest znacznie większy. Stan ten można także wiązać z kosztami prowadzenia badań antydopingowych. Względy finansowe są istotnym czynnikiem limitującym liczbę pobranych próbek, a tym samym liczba objętych kontrolą sportowców staje się ograniczona. Prowadzone badania antydopingowe na wielkich imprezach sportowych czasami sprowadzają się tylko do zwycięzców, a tylko wrywkowo pobiera się losowo próbki od pozostałych zawodników. To jest także, obok nowoczesności wykrywania środków i metod, lub jej braku w laboratoriach antydopingowych, jeden z czynników, które prawdopodobnie mają wpływ na taką a nie inną skuteczność eliminowania dopingów w sporcie. Wrywkowe kontrole poza zawodami, analiza tendencji, które można obserwować w tzw. cyklach olimpijskich oraz częstsze kontrole w dyscyplinach podatnych na doping, mogą to postępowanie antydopingowe uczynić bardziej skutecznym. Ważna tutaj staje się edukacja antydopingowa, szczególnie wśród młodzieży. Presja na wynik i zwycięstwo są tak wielkie (pieniądze, sława, wysokie odznaczenia i emerytury państwowe), że sportowcy bez wahania podejmują ryzyko zniweczenia kariery a nawet zdrowia, i wszelkie racjonalne argumenty przeciwne stosowaniu dopingów zostaną tylko pobożnym życzeniem. Nie mniej jednak międzynarodowe agencje będą podejmowały działania, by zmniejszyć margines stosowania dopingów i chronić przed skutkami groźnymi dla zdrowia samych zawodników. Nie będzie to tylko nieuzasadniona nadzieja, że uwzględnienie wszystkich czynników powodujących sięganie po doping spowoduje w konsekwencji utrwalenie sportowej tradycji, że tylko talent dzięki ciężkiej pracy i silnego umotywowania zwycięstwa staną się wzorem dla młodzieży realizującej swoje marzenia w rywalizacji sportowej.

Piśmiennictwo

1. Andersen J.P., Schjerling P., Saltin B. (2001) Geny zamiast koks. *Świat Nauki*, 8, 48-57.
2. Birkeland K.I., Stray-Gundersen J., Hemmersbach P., Hallen J., Haug E., Bahr R. (2000) Effect of rhEPO administration on serum levels of sTfR and cycling performance. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 32, 1238-1243.
3. Audran M., Gareau R., Matecki S., Durand F., Chenard C., Sicart M.T., Marion B., Bressolle F. (1999) Effects of erythropoietin administration in training athletes and possible indirect detection in doping control. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 31, 639-645.
4. Ghigo E., Boghen M., Casanueva F.F., Dieguez C. (1999) Growth Hormone Secretagogues. Basic Findings and Clinical Implications. Elsevier Press, Amsterdam.
5. Klatz R., Kahn C. (1997) Hormon wzrostu hormonem młodości. Wydawnictwo AMBER, Warszawa.
6. Kraemer W.J. (1980) Endocrine responses to resistance exercise. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 20, 152-157.
7. Opaszowski B.H. (2001) Czynniki wpływające na obwodowe stężenie hormonu wzrostu (GH) w warunkach wysiłku fizycznego. Instytut Sportu, Warszawa, s.157.
8. McMurray R.G., Eubank T.K., Hackney A.C. (1995) Nocturnal hormonal responses to resistance exercise. *Eur. J. Appl. Physiol.*, 72, 121-126.
9. Pedersen S.A., Welling K., Michaelsen K.F., Jørgensen J.O., Christiansen J.S., Skakkebaek N.E. (1989) Reduced sweating in adults with growth hormone deficiency. *Lancet*, 16, (8664) 681-682.

10. Rudman D., Feller A.G., Cohn L., Shetty K.R., Rudman I.W. (1991) Effects of human growth hormone on body composition in elderly men. *Hormone Research*, 36, 321-329.
11. Shermer M.(2008) Dylemat kolarza. *Świat Nauki*, 5, 46-51.
12. Sukho Lee (2004) Viral expression of Insulin-like Growth Factor-1 enhances muscle hypertrophy in resistance-trained rats. *Eur. J. Appl. Physiol.*, 96, 1097-1104.
13. Sutton J.R., Farrell P.A., Harber V.J. (1990) Hormonal adaptation to physical activity, [w]: Bouchard C. i wsp. (red.), *Exercise, Fitness and Health*, Human Kinetics Books, Champaigne, 217-257.

Otrzymano: 06.06.2008

Przyjęto: 27.08.2008