

运动训练的生理学 特点

——克列斯托甫尼科夫运动生理学论文集第二部分——

阿·恩·克列斯托甫尼科夫著

人民体育出版社

目 錄

苏联运动生理学方面的傑出科学家

—— 阿·恩·克列斯托甫尼科夫	1
第三章 形成動作技巧並擴充机能能力的訓練过程	6
第一節 形成動作技巧的生理机制	7
第二節 擴充運動員机能能力的方法	17
第三節 運動訓練的生理学基本原理	36
第四節 呼吸运动	40
第四章 訓練程度的生理学標誌	46
第一節 靜止時的訓練程度標誌	47
第二節 進行定量作業時的訓練程度標誌	76
第三節 在競技状态期內進行極度作業時的訓練程度標誌	82
第五章 疲劳与訓練过度	98
第一節 進行各种强度的作業時的疲劳現象	99
第二節 靜力作業時的疲劳現象	104
第三節 訓練过度	109

苏联运动生理学方面的傑出科学家

— 阿·恩·克列斯托甫尼科夫

苏联列斯葛夫特体育学院碩士 甫·甫·華西里耶娃

人民体育出版社編輯部按：

本書作者、苏联著名科学家、巴甫洛夫唯物論学說的繼承人之一、医学博士阿·恩·克列斯托甫尼科夫教授从事运动生理学研究工作達三十年之久，培养了大批体育科学專家，創立了苏联运动生理学派，对体育事業貢獻卓出。这位苏联功勳科学家，不幸在1955年3月3日夜逝世，这个消息給我國体育界帶來了極大悲痛，也確是我們体育界一大損失。

我們为了紀念和介紹这位卓越科学家的學術活動，除分冊出版他的这本精心著作並最后合并为一本出版外，並拟促早出版他生前最后主編的“人体生理学”一書，同時於此並附刊此文以示悼念。

1955年3月3日夜，苏联功勳科学家、苏联医学科学院通訊院士阿·恩·克列斯托甫尼科夫教授，因患急病，終於逝世，享年七十一歲。

克氏是巴甫洛夫直接教授的学生之一，是体育教育科学方面最卓越的一位活動家，是运动生理学的奠基者。

克氏是巴甫洛夫所理解的那种崇高的真正的苏維埃学者。他一貫埋头於自己的工作；他許多年來辛勤工作，蒐集了实验材料，積累了許多事实。他用实验室的实验証实了在运动訓練的自然条件下所獲得的記錄。但是克氏在蒐集事实並牢記着“事实是学者的空气”这一名言時，从未成为这些事实的“档案管理人”，从未安於这些事

实的表面现象。克氏始终坚强地从巴甫洛夫的唯物论观点出发，分析了所获得的材料，力图深入研究使受过训练的运动员工作能力提高的生理过程的所有有关的生理机制。

克氏在学术探究方面获得了巨大成绩，但他始终保持着谦逊。他常说，我们还只不过是在摩天岭的山脚下，离山顶还远得多，还艰巨得很。但是克氏却坚持相信他的事业的继承者——他亲切培养出来的青年，会取得新的成绩，会推进苏维埃祖国运动的发展。

克氏还有另外一种为学者所必需的特征，这就是他热衷于自己的科学研究工作，把一生的精力都放在这个事业中。他工作起来废寝忘食，他热爱自己的工作，他以自己的热情鼓舞和影响了所有他周围的人。

关于克氏，可以用巴甫洛夫的话来形容他，这就是即使他有二个生命，这也不够他用来解决他所要解决的全部任务——因为这些任务是他要以苏维埃学者和社会主义祖国热爱者的全部热情和目的性来加以解决的。

从1927年直到他逝世前，克氏一直领导了列斯葛夫特体育学院生理教研室的研究工作。这个实验室完全有权可以说是苏联运动生理学的摇篮。

克氏在这里进行的最初几年的工作，蒐集了许多事实材料，用以说明受过训练的机体的情况，揭发各项运动对人体机能的作用特征。在以后的工作阶段中，克氏则力图证明在运动训练过程中机体所发生的机能变化的生理特点。他发现了形成运动技巧和各种品质的机制，证明了这些机制的条件反射性质。他证明，受过训练的机体工作能力的提高是建筑在改进动作技巧与身体品质的基础上的。克氏的这些理论原则，具有巨大的实用价值。因为根据这些原则，运动的实践就能够正确地组织训练过程，提高其效率。

克氏作为一个科学家所经历的道路，是足以代表苏联知识分子

的特點的。他生於一个貧農家庭，只唸完了兩年農村學校，就不得不開始當僱工。以後幾年中，由於他刻苦鑽研和學習，在甄別考試中以同等學力資格考取了中學畢業文憑。他在沙皇俄國的條件下，是以極大精力的代價為自己打開了走向科學的道路，終於在1912年從莫斯科大学畢業，在巴甫洛夫的實驗室中從事自己的科學活動。

克氏非常重視科學工作，但他從未把自己關在實驗室这个小圈子內。他的興趣始終是很廣泛與多方面的。他數十年來，一直和體育界保持着密切的聯繫。他的實驗記錄，總是想要拿到實踐中去判斷判斷。他認為運動生理學方面科學發現的意義就是它對體育運動的幫助，認為運動生理學的目的就是要全力發展蘇聯的體育和運動。

克氏的著作是普及科學發現的典範。他寫的第一部有關運動生理學的小冊子曾多年成為教練員、醫生、運動員和所有體育工作者必讀之書。克氏的第二部著作：“運動生理學論文集”（按即指本書——譯者註），則包括了現有關於運動訓練生理學的全部材料。這本書教導我們應如何利用生理規律，以提高運動的效率。除了這兩部著作以外，克氏還寫了二百多篇科學論文發表於各種報刊。這些論文富有有趣的和有價值的思想，指出了能促進運動生理學發展的今後研究工作的途徑。

克氏對教育活動非常重視。他培養了好幾代大學生，引導他們熱愛科學，他並斷言教練員和體育教員極端需要生理學知識。

克氏為了便於教學過程的進行，用很大的精力為體育學院學生編寫了兩部新穎的生理學教科書。其中第一部是在1938年出版的。這部書直到現在還是一本最有價值的參考書，內容包括了大量的運動生理學事實材料。第二部教科書是克氏與一些同事們在1954年寫的。這部著作是根據蘇聯科學院與蘇聯醫學科學院聯席會議的決議綱要來改組生理學教科書的一個最初的嘗試。這本書的全部材料，都是根據巴甫洛夫的觀點、根據和外界始終統一的整體的生理學觀

點來加以闡述的。祖國科學巨匠謝切諾夫、鮑特金和巴甫洛夫等人所倡導的神經論思想，像一根紅綫貫穿在克氏這本最後著作的一切章節中（譯者按：此書即克氏最後一部著作，也是蘇聯最新的生理學教科書之一，名為“人體生理學”，我人民體育出版社已着手翻譯，已計劃於1956年出版）。

克氏始終集中精力於培養年青的科學幹部。他的學生中，有許多是科學博士和碩士。克氏是一位關心別人和體貼別人的人，他經常給予年青的科學家以最切合需要的幫助：選定科學研究工作的題目，在自己的實驗室中讓給他們做實驗的地方，幫助他們綜合和分析所得的成績等等。現在，有數十名在我們遼闊祖國的各個角落裡進行着工作的年青蘇聯科學家，原來都是在克氏親自指導下開始其科學活動的。

克氏熱愛體育和運動，他本身也大力從事各種運動。他直到逝世前，還保持着精力充沛和有朝氣。克氏不斷強調各種年齡的人都非常需要進行運動活動。他以身作則，力圖證明運動對保持工作能力和健康的作⽤。

運動員們很熟悉和愛戴克氏。在慶祝他七十誕辰的時候，運動員們曾建議把每年舉行的滑雪越野賽命名為克氏滑雪越野賽，同時並建議把克氏做為列斯葛夫特體育學院所舉行的一切競賽會的名譽參加者。

克氏辦公室的門不僅向學者們敞開着，教練員們，運動健將們以及等級運動員們，也紛紛到他那兒求教。克氏對他們之中的每一個人都傾聽他們的意見，並對於他們組織訓練過程、休息和生活制度等都給予指示。克氏在這一工作上從未吝惜時間。克氏在用書面解答問題這一工作方面，也曾花了許多精力。他經常和蘇聯以及各人民民主國家的體育工作者進行愉快的通信。

克氏以其畢生的精力不倦地促進了蘇聯運動生理學派的發展。

克氏一生当中的科学活動与教学活動，都是不断地和其大量的社会活動結合着進行的。他担任过區苏維埃代表，曾是全苏体育运动委员会所屬科学方法委员会的積極成員，也是“体育理論与实践”雜誌編輯委员会的委員，並且在列斯葛夫特体育学院中也進行了大量的社会活動。

克氏在一切事情方面都表現为一个祖國的熱誠愛國者。他这种品質特別明顯地表現在偉大衛國战争的年月中。當時，他不惜一切力量，把他全部知識都貢獻出來，在軍事医院裡組織医療体育这一有效方法来治療受伤的战士。

党和政府高度重視克氏的功績，特地頒給他列寧勳章和勞動紅旗勳章，並頒給他“保衛列寧格勒”和“偉大衛國战争中勇敢的勞動”兩枚獎章。

阿·恩·克列斯托甫尼科夫这位先進的苏联科学家、著名的教育家与親切和藹的同志的光輝形象，將永远活在他無數的学生和同事們的心中。

(原載苏联“体育理論与实践”雜誌，1955年第4期，)

(人民体育出版社編輯部譯)

第三章 形成動作技巧並擴充機能 能力的訓練過程

運動訓練是由掌握運動動作和訓練人體機能適應最緊張的心理和體力活動這一統一過程的兩方面所組成的。

把研究學習動作的過程的工作與研究有機體機能能力發展規律的工作彼此劃分開來，只是因為需要把研究工作分段進行而才這樣做的。體育教育中學習動作的部分是形成動作技巧或養成動作技術方法的部分，至於發展機能能力的部分，則是培養速度、力量、耐久力和靈敏等品質的部分。實際上，這兩個過程是一個不可分割的整體。開始學習動作技巧的時候，訓練過程表現得很不明顯，但隨着動作技巧的掌握，真正的訓練過程就出現了。這時，就通過在各內臟器官系統與運動器官之間建立新的、更完善的共濟性（協調）聯系的方法，在改進動作技巧的同時又發展了各種品質，兩者是彼此統一的。如果說有機體內全部器官系統的所謂一般訓練（全身訓練）是嚴格地有系統地逐漸複雜化起來的話，則必須承認動作技巧（技術方法）的逐漸發展和改進也是這樣的。

因此，把養成和改進動作技巧的工作與有機體內其他器官系統（呼吸系統、血液循環系統等等）的一般訓練相對立，是沒有必要的。形成動作技巧的生理學本質，就是感覺器官、中樞神經系統與運動器官間相互作用的結果。一般的訓練能改進各內臟器官（呼吸系統、心臟血管系統、排泄系統等）與運動器官間的聯系。巴甫洛

夫和他的同事們(貝科夫等人)的研究工作，証明內臟器官、感覺器官(外部、內部與本体感覺等感受器)、大腦半球皮質與運動器官等活動之間有着相互联系。在訓練过程中，這些器官系統之間建立了密切的条件反射联系，使整个有机体能適應於進行体育活動。

整个有机体都參加動作技巧的形成过程，但是其中起主導作用的則是中樞神經系統中與感覺器官(傳入系統)以及運動器官發生着複雜的綜合性相互作用的各个部分。

第一節 形成動作技巧的生理机制

我們曾佈置了一次实验，目的是想要研究体力作業期間大腦皮質的活動过程，結果証明了大腦半球皮質在肌肉作業期間的活動是非常複雜的。研究視覺分析器和皮膚分析器兴奋性狀況的工作，証明大腦半球皮質上各點的兴奋性在肌肉活動期間內是異常多变的。在想像進行情况不同的運動動作時視覺分析器兴奋性所發生的变化，說明大腦半球皮質進行着複雜的綜合性活動。這一結論所根据的是巴甫洛夫的著名原理：“如果从一种觀點上看來，可以把大腦半球皮質視為一大堆在當時各具一定生理作用的个别點所構成的鑲嵌細工的話，那麼，从另一种觀點看來，其中又有一个最複雜的運動性体系，經常在求取統一(整体化)、求取定型的統一性活動”。

我們可以根据謝切諾夫的主張以及巴甫洛夫及其學派的研究工作而做出結論：形成動作技巧的过程是按照形成複雜的条件反射的那種样式而進行的。在掌握動作技巧時，大腦半球皮質裡的運動區、前庭感覺區、听觉言語區和視覺區等之間就發生了無數各种各样的联系，这种联系與進行運動或体操時的环境產生着極複雜的關係。

研究運動員起賽時狀態的工作，使我們有可能断定在運動員進

行運動動作時由对他發生作用的全部內外刺激所形成的陽性與陰性大腦皮質反射的這種現象。進行教學訓練課時所有的一切周圍環境，都是外界刺激。內部刺激則包括參與與肌肉活動的各器官本身的活動——肌肉本身的緊張作用的变化，關節與韌帶器官活動的变化，呼吸器官的变化（肺臟在吸氣時的擴張以及在深呼氣時的回縮等），心臟血管系統的变化（心縮輸血量、血壓、返回右心房的血量等的变化）。

與內分泌腺產物、血糖、分子濃度以及氫游子濃度等有關的血液的化學成分变化，也都是內部的刺激。在中樞神經系統裡留下了深刻痕跡的視覺、聽覺、言語、運動和前庭感覺等刺激的影响下所產生的過去經驗，對動作技巧的形成也起着很重大的作用。

因此，在形成動作技巧的過程中，大腦半球皮質內各感覺區、前運動區和運動區之間就發生了暫時性的機能联系，亦即在大腦半球皮質內構成了最複雜的機能性綜合。

這種機能性綜合裡面，除了大腦皮質以外，還包括有中樞神經系統的其他部分。

運動時產生的情緒衝動，通過植物性神經系統中的交感神經系統部分而使中樞神經系統的各部分敏感起來，給神經衝動的傳導創造了有利條件，從而促使各感覺區、內臟器官與運動器官之間產生各種不同的內部联系。

整個教練過程都應當是在全部參加練習者抱有自覺自願態度的情況下進行。只有在這種情況下，掌握動作技巧的過程才能自然地進行。

在運動教學中採用的是詞的教學法和示範教學法。示範教學法的基礎是人類在歷史發展過程中所養成的摹倣能力、複演周圍環境中所發生的事情的能力。列斯葛夫特所廣為宣傳的詞的教學法，在巴甫洛夫第二信號系統的學說中找到了論據。詞是大腦半球皮質

的万能条件刺激。

我們对想像進行某种動作的研究工作，表明这时大腦皮質發生了兴奋性提高的狀況。謝明諾甫斯卡婭(Е.Н.Семеновская)对注意力的生理基礎的研究工作，也說明了大腦皮質的兴奋性有所提高。兴奋性提高，就使新的联系結合得更快。如果孤立的採用以人類的摹倣能力為基礎的示範方法，則其效果还不如用詞的方法了。在摹倣運動時，動作就在学者的眼前“捱过”了，視覺印象很快地接連着过去，一部分印象始終不能被意会，所形成的共濟性動作就只含有最一般性的輪廓，而缺乏使動作變得更準確、更生動所需要的重要細則。

因此，要使示範方法收到成效，就必須同時予以講解，不但要說明共濟性動作的主要的一般輪廓，而且還要說明那些能够幫助更快地学会動作技巧的細則。

巴甫洛夫所建立的高級神經活動基本生理規律——兴奋过程与抑制过程，它們的擴散与集中作用，相互誘導作用，同時誘導作用与繼時誘導作用等等——對於科学地瞭解運動的本質時具有很重大的意义。運動是中樞神經系統內的共濟性(協調)關係的反映。謝切諾夫在証明神經中樞內有抑制作用存在這件事实時，指出了抑制作用作為共濟作用中必要因素的重要性。奧爾培利(Л.А.Орбели)在從進化生理学的觀點分析共濟性關係的發生經過時，也指出巴甫洛夫的高級神經活動學說使我們有了可能理解共濟性關係的發生过程：“我們一生下來就有的現成的共濟性關係，是在好幾千年的过程中按照我們在个体生活中數週內、數日之間、甚至幾小時之內形成新的条件性共濟性關係時所依据的那種基本規律來形成的●。”

● 奧爾培利：論產生脊髓共濟作用的机制，彼得格勒列斯葛夫特科学研究所通報，第四卷，123号，第206頁。

作為 動力 定型的動作技巧

巴甫洛夫所指出的大腦半球皮質工作中的系統性——中樞神經系統整體性綜合活動的表現，在運動訓練過程中從開始形成動作技巧時起即已出現，等到複雜的連鎖性動作技巧在改進中轉入了自動化或自主化的階段或者像謝切諾夫所說的那樣成了習慣的動作時，則這種系統性就告成了。

觀察工作證明，動作技巧的形成過程中，主要有三個階段。

第一個階段裡要學習個別的單獨動作，並把一系列的單獨動作聯合成一個完整的動作。

教學過程中第二階段的特點是剷除多餘的動作和多餘的肌肉緊張作用。

第三階段裡則通過使整系列的感覺系統的機能更為準確化的方法來繼續改進動作技巧①。

我們分析一下滑雪運動中形成兩步交互推進滑行法動作技巧的過程為例來看。兩步滑行法的技術非常複雜，需要長時間的學習，要掌握這一技術，必須掌握下列各項基本動作：

一、產生單足滑行作用的蹬足動作。

二、交互推棍動作，要進行得及時、用最大的力量、滑雪棍傾斜的角度要合適，要能增進滑行作用。

三、軀幹和上下肢的綜合性工作。

第一與第二階段是用養成所謂動作定型的方法來實現的。

動力定型發生在掌握整個運動動作的過程中。這時，大腦皮質裡發生了複雜的機能性相互關係。一定的感覺區內輪流地發生了興奮過程，使一定的運動區也發生興奮狀態，轉而引起有關肌肉群進行工作。這樣的體系重複進行許多次以後，動作就逐漸地自主化（自動化）了。動作自主化（自動化）了，亦即動作可以容易、經濟而

① 形成動作技巧過程中所包括的階段數量，隨動作的複雜程度而有所增減。

且自如地進行了。自動化現象应当視為人類有機體適應於周圍環境條件的表現。

在掌握動作的過程中，儘管任務已經明確，儘管對於整個動作的結構已有明確的概念，也理解了學會該種技術的過程，但還是會發生錯誤的。特別是在掌握兩步交互推進滑行法的技術時，可能發生下列錯誤：挺直着腿滑行、跳躍式的滑行、滑行中跌倒、兩足同時支持的滑行、牽強的滑行。

多餘動作的剷除、錯誤動作的矯正、使動作擺脫牽強狀態等，是靠初學者對教練員的話採取自覺的態度並且積極地控制自己的動作才能達到的。這些改造和改組過程的基礎，就是大腦半球皮質被巴甫洛夫稱為可塑性的一種特殊性能。大腦半球皮質的這一性能，說明它具有產生無數新的運動動作和改造動作等的能力。這時，根本地決定着共濟性關係之產生與實現的抑制過程，起巨大的作用。大腦半球皮質裡發生了彼此相對獨立的個別興奮中心和抑制中心（大腦皮質鑲嵌細工律或皮質花斑律），結果，使中樞神經系統的活動中建立了一定的體系（定型或常規）。這樣的系統性，保證了動作的嚴格規定的結構、節律和速度（按伊·斯摩倫斯基的說法，叫做繼發性的自動化作用）。大腦半球皮質中決定着週期性動作中各動作的高度準確性、節律性、和諧性與雷同性的**動力定型**（動型），相當於一定的動作技巧。

動作技巧發展過程中的第三階段的特點，是運動感覺和其他感覺方面的控制作用改進了。有許多人錯誤地認為：學習動作技巧過程中的第三階段裡，運動感覺控制作用的增進是與視覺控制的降低平行着進行的。

一直到最近為止，還有這樣的觀點（蓋克契耶夫 К. X. Кекчев 等人），認為運動動作技巧發展到了最後自主化（自動化）作用的階段時，感覺器官所起的作用即將減縮，只有本體感覺感受器還保持着它的作用。從巴甫洛夫關於**動力定型**的學說以及研究運動員感

覺器官的結果上看來，這一觀念是不正確的。我們研究周圍視覺所起作用的工作，證明它在做已完全自主化的運動動作時也是很重要的。由於我們在做動作技巧時集中注意那通常總被其他感覺所掩蔽掉的運動感覺，所以我們就能够與感知其他感覺一樣較明確地感知運動感覺了。這時，視覺的控制作用不僅沒有削弱，相反地我們感知那些在形成和改進動作技巧過程中所產生的其他感覺——運動感覺、視覺、聽覺等——的能力更加擴充了。動作技巧發展和鞏固到了自主化(自動化)的階段，肌肉感覺準確起來，結果就剷除了多餘而不必要的動作，但是視覺器官、特別是其中的周圍部分、聽覺器官、前庭器官和觸覺器官依然保持着它們的作用。由於各感覺器官間相互作用的結果，進行動作技巧時所發生的傳入(感覺)區內就建立了更準確的興奮過程與抑制過程間的相互關係，結果就發生了每項運動的運動員們所熟知的那種特殊的綜合性感覺。

例如，滑雪運動員就(一)出現所謂“滑雪板感覺”；運動員感不到因脚上有滑雪板而產生的累贅，滑雪板似乎成了脚的延長部分；(二)养成了與估計滑雪板與雪間的粘力有關的“雪的感覺”；(三)發展了平衡感覺，幫助調節支持足膝關節各組肌肉用力的強弱並且保持前後與左右方向的動力平衡；(四)改進了節律和速度感，亦即能在任何條件之下採用最適宜的步調。

在其他的運動項目裡則有“網拍感覺”、“橫桿感覺”、“水的感覺”和“冰的感覺”等。

動作自主化(自動化)時，動作技巧在神經系統裡的投射區仍舊在大腦皮質的感覺區、前運動區和運動區裡，並沒有轉移到中樞神經系統的低級部分裡去。中樞神經系統的低級部分(脊髓、延髓、腦幹、間腦、小腦)都直接參與了動作技巧的形成與執行。大腦皮質、腦的低級部分以及脊髓之間，通過錐體傳導徑和錐体外傳導徑而建立了更精確的聯繫。到了自主化或自動化的階段裡，除了動作

開始時以外似乎就沒有意識地分析動作這一現象，還不能說明這一生理作用已經被貶入中樞神經系統的低級部分裡去了。只要周圍環境中發生了即將破壞該項動作的新刺激，沒有意識控制的情形就像幻覺似地消失掉，人們馬上就把被破壞的動作矯正過來了。中樞神經系統的特性——記憶，對於技巧之自主化或自動化的生理機制具有非常重要的意義。任何刺激作用都會留下痕跡的。謝切諾夫在“從生理學觀點論有目的的思維”一文中寫道：“不管動物的結構一般說來是多麼地美妙，而在動物的組織中、特別是人體組織中最偉大的奇蹟恐怕要算是記憶的機制——即與意識、理智和意志無關，而是根據任何人都不能改變的規律來進行工作的生理機制●”。在另一個地方，他又說道：“記憶器官是我們感覺器官的總體”。巴甫洛夫用下列的話來說明這一特性：“很可能，大腦半球中的聯系之所以會發生，是由於它的極度反應性和記憶性的緣故，這兩者都是中樞神經系統中這一部分所特有的經常存在的特性”。

但是，並不是所有的運動項目中的動作技巧形成過程都是以動力定型之構成為其結局的。在所有的週期性動作以及若干種非週期性動作中，都需要爭取養成有嚴格規定的動作體系。

在其它競技運動動作中，由於動作的性質在比賽中要隨着與對手鬥爭的情況而發生變化（如球類遊戲、拳擊、角力、擊劍等），所以在進行複雜動作的過程中也會突然地就創造出新的動作形式和新的成套動作來。這種情況之所以會發生，是由於大腦半球皮質具有這種能力（可塑性），能夠在第二信號系統的影響下改變動作技巧中的成分、改變在練習過程中所獲得的個別動作而形成新的動作形式。運動員對自己的運動器官所下的功夫愈精細、準確和全面，則他創造新動作形式的 ability 也就愈高。運動器官各環節的工作如果不

● 謝切諾夫全集，第二卷，1908年版，第268頁。

是預先進行到完善的程度，則在周圍環境情況改變時創造新的動作形式的工作就是不可想像的了。我們的動作，不論是怎樣複雜，都是有定的。

優勢原則對形成動作技巧的意義

在教練作業過程中，動作技術是在人體機能能力不斷增進的情況下獲得改進的。改進動作技術與高度發展身體品質相結合，是運動員訓練中的基本原則之一。這樣的結合能使機體建立比較高級的共濟性關係，這最後表現在所謂競技狀態的產生上。

在競技狀態中，運動器官與內臟器官間的相互關係達到了最高度的共濟作用。由於如此，機體各部分的工作達到了最協調的地步。競技狀態的產生，決定於很複雜的發展過程。分析共濟性動作進行過程的工作，說明執行該項複雜運動動作的各組肌肉的工作，都達到了可能達到的最協調的地步。

烏赫托姆斯基(А·А·Ухтомский)在論述共濟性動作的原則時，提出了優勢原則；這一原則的內容就是當機體進行共濟性動作時必須以該一動作的執行為其基本活動，一切都要服從它。

太強或太弱的興奮過程，對於運動反射之進行都是不適宜的。把神經活動集中起來、產生各種決定有關動作之執行的活動中心，使開始學習動作時所存在的不必要的多餘動作都服從於它並且被抑制住，這就是烏赫托姆斯基的優勢原則。教練作業結果所產生的優勢現象，決定了共濟性相互關係的進行；它是在一定的機能中樞裡輪流進行的十分重要的生理過程。優勢原則是大腦半球皮質活動的總原則——大腦皮質的機能性鑲嵌細工(皮質花斑)——裡面的一部分。大腦半球皮質中的優勢現象，是在周圍器官與中樞器官間相互作用的影响下所發生的肌肉活動時一種特殊的適宜作用。發生優勢現象的生理機制的特點，就是對於進行動作具有一定的心理上的

傾向：同時周圍運動器官也有一種特殊的狀態，似乎在躍躍欲試似的。

人類在勞動時或運動時所進行的一切動作，都服從於生物力學（人體機動學、運動學）的規律。人類周圍運動器官是由關節活動的環節或段落的連鎖所組成的。在整個連鎖的每一個環節中都有一定的慣性，都能受重力的作用。任何一個環節裡所發生的任何力量，都能引起作用於其餘各環節上的整個體系的反作用力。這時候就產生了各種不同的力量的相互作用，使動作的全貌複雜化起來。重力、身體本身及其各部分的慣性以及各部分間在力學上的相互作用，把控制人體這一複雜體系的工作變得複雜化了。關於生物力學規律影響的知識，是每一個體育教師都需要的。人類運動器官雖然複雜，但是所有的動作還是可以用生物力學來進行分析的。

從生物力學上分析動作，就可以估計到：有哪些作用力參加了進行這種或那種動作；運動器官的各部分在複雜的動作中各用了多大力量。

但是，生物力學的研究工作只有在以生理學的材料為其基礎時，才是正確而且是有根據的。如將生物力學從生理學中分割開來，就會產生不正確的結果。

例如，伯恩斯坦教授（Н. А. Бернштейн）就企圖根據他的生物力學研究工作來創立動作構成的學說。伯恩斯坦在他的著作中站在唯心論與機械論的立場上來批判和貶低巴甫洛夫關於高級神經活動的唯物論學說的重要性。按伯恩斯坦的觀點來看，動作技巧並不是按照形成複雜的條件反射的方法來形成的。伯恩斯坦把共濟作用的概念與反射的概念對立起來，認為前者具有較“高級”的內容。伯恩斯坦認為有特殊的共濟作用器官存在——“腦髓中的共濟作用體系”（動作結構水平），這是根本不正確的。照現代生理學觀念看來，任何反射作用都已經是或簡或繁的共濟性作用了。

• 18766