

Universidade de Brasília
Faculdade de Ciências da Saúde
Departamento de Educação Física

Curso de Pós-Graduação "Lato Sensu" em Nível de Especialização
em Treinamento da Natação

***"Análise Cinesiológica das
Articulações do Cotovelo e
Rádio-Ulnar durante a Fase
Aquática do Nado Crawl"***

Por:
Paulo Henrique Azevêdo

Brasília - DF - Brasil - 1993

**"Análise Cinesiológica das Articulações do
Cotovelo e Rádio-Ulnar durante a Fase
Aquática do Nado Crawl"**

Paulo Henrique Azevêdo

Monografia apresentada ao Departamento de
Educação Física da Universidade de Brasília,
como requisito parcial para conclusão do Curso
de Pós-Graduação "lato sensu" - Especialização
em Treinamento da Natação.

Orientador: Prof. Mestre Jake Carvalho do Carmo

Universidade de Brasília
Faculdade de Ciência da Saúde
Departamento de Educação Física

Certificado de Aprovação

Certificamos que a Monografia de Paulo Henrique Azevêdo foi aprovada pela Banca examinadora, como requisito parcial para conclusão do Curso de Pós-Graduação "Lato Sensu" - Especialização em Treinamento da Nataçãõ, em 1993.

Banca Examinadora: _____

Agradecimentos

À **Saniday**, minha mulher, e aos nossos filhos, **Paulo Henrique** e **Pedro Henrique**, por oferecerem-me todas as condições para a concretização desta importante etapa em nossas vidas; sobretudo pela compreensão e apoio dispensados nos momentos mais difíceis.

Ao **Departamento de Educação Física da Universidade de Brasília**, pela oportunidade de ampliação da visão de mundo e demonstração de que, **apesar de ser público, o ensino pode ser de excelente qualidade.**

Aos **Docentes** que, de forma atuante, segura e amigável conduziram os discentes a mais um patamar no campo do conhecimento.

A todos os **Colegas** que compartilharam dos momentos gratificantes e significativos proporcionados em nosso curso.

SUMÁRIO

1. Introdução.....	1
1.1. O Problema.....	1
1.2. Objetivo.....	2
1.3. Definição Operacional de Termos.....	2
2.Revisão de Literatura.....	8
2.1. Histórico e Evolução do Nado Crawl.....	8
2.2. A Preparação Física na Composição do Treinamento Desportivo de Alta Competição.....	10
2.3. Fatores que Justificam o Rendimento do Nado Crawl.....	10
2.4. Delimitação.....	10
2.5. A Articulação do Cotovelo.....	11
2.5.1. Ossos da Articulação do Cotovelo.....	11
2.5.2. Músculos Flexores do Cotovelo.....	14
2.5.3. Músculos Extensores do Cotovelo.....	18
2.6. A Articulação Rádio-Ulnar.....	21
2.6.1. Ossos da Articulação Rádio-Ulnar.....	21
2.6.2. Músculos Supinadores do Antebraço.....	23
2.6.3. Músculos Pronadores do Antebraço.....	25
2.7. O Movimento Global.....	26
2.7.1. Sub-Fase Apoio.....	27
2.7.2. Sub-Fase Puxada.....	27
2.7.3. Sub-Fase Empurrão.....	27
2.8. Decomposição do Movimento em cada Articulação.....	28
2.8.1. Sub-Fase Apoio.....	29
2.8.2. Sub-Fase Puxada.....	29
2.8.3. Sub-Fase empurrão.....	30
3. Metodologia.....	31
3.1. Caracterização da Pesquisa.....	31
3.2. Metodologia Utilizada.....	31
4. Resultados.....	32

<u>4.1. Descrição dos Movimentos, Ação Músculo-Articular e tipo de Contração.....</u>	<u>32</u>
<u>4.1.1. Sub-Fase Apoio.....</u>	<u>32</u>
<u>4.1.2. Sub-Fase Puxada.....</u>	<u>33</u>
<u>4.1.3. Sub-Fase Empurrão.....</u>	<u>35</u>
<u>5. Conclusão.....</u>	<u>37</u>
<u>6. Referências Bibliográficas.....</u>	<u>39</u>
<u>7. Referências Bibliográficas.....</u>	<u>42</u>

Lista de Figuras

Figura	Descrição	Pág.
1	Composição do Treinamento Desportivo de Alta Competição	10
2	Úmero - Vista Anterior	12
3	Rádio e Ulna - Vista Anterior	13
4	Músculos Flexores e Extensores do Cotovelo	21
5	Músculos Pronadores e Supinadores do Antebraço	26
6	O Movimento na Fase Aquática do Nado Crawl	28

RESUMO

O desempenho cada vez mais competitivo e grande velocidade com que os resultados na natação têm evoluído, conduzem os treinadores à observação de detalhes cada vez mais minuciosos para obtenção de performances altamente expressivas. Nas provas de nado livre, o estudo dos elementos cinesiológicos envolvidos durante os movimentos executados na fase propulsiva (aquática) têm propiciado informações imprescindíveis à consecução dos objetivos do treinamento.

As articulações do cotovelo e rádio-ulnar atuam com movimentos respectivos de flexão e extensão, e pronação e supinação, constituindo-se em fatores primordiais na eficiência total do nado e, particularmente, durante a fase aquática do nado crawl.

Na articulação do cotovelo, podem ser destacados aspectos relacionados aos movimentos de flexão e extensão. Para a flexão, destaca-se a atuação do músculo braquial como motor primário da flexão, em virtude da predominância que ocorre dos antebraços pronação durante a maior parte da fase aquática, e que reduzem sensivelmente a atuação do bíceps braquial. Na extensão, o tríceps braquial, por ser o único motor primário da extensão do cotovelo, apresenta-se como o principal responsável por essas ações no cotovelo.

A articulação rádio-ulnar possibilita movimentos de pronação e supinação, que é a rotação do rádio sobre a ulna. Durante a maior parte da fase aquática do nado crawl, observa-se a preponderância de ações musculares que conduzem à pronação e uma acentuada utilização do músculo motor primário, o pronador quadrado, seja em contrações isométricas, isotônicas concêntricas e isotônicas excêntricas. No que se refere à supinação, o trabalho do supinador, músculo motor primário dessa ação, apesar de não ser tão intenso quanto o do pronador quadrado, é relevante para os gestos realizados nesta articulação, principalmente quando atua em sinergia com o seu antagonista para a manutenção de um determinado ângulo de trabalho.

1. Introdução

1.1. O Problema

A natação apresenta-se atualmente, como um dos esportes que mais tem evoluído cientificamente na busca de resultados competitivos cada vez mais expressivos.

Nessa procura de mecanismos que possibilitem performances cada vez mais eficazes e eficientes, treinadores e pesquisadores dessa área tentam constatar, em cada estilo, a técnica mais adequada, as qualidades físicas efetivamente envolvidas e os parâmetros fisiológicos atuantes em todo o processo analisado.

Particularmente no que se refere à técnica, os gestos biomecânicos compõem um dos fatores decisivos para a obtenção de resultados significativos. Os gestos biomecânicos referem-se aos movimentos articulares promovidos por contrações musculares, executados pelo nadador e que possibilitam um aumento na produção de propulsão e uma redução da influência das forças resistivas sobre o corpo, gerando um deslocamento na água mais efetivo (Counsilman, 1980).

Todo e qualquer gesto motor eficiente e eficaz só será possível se as articulações executarem o movimento correto, através de contrações musculares efetuadas no momento exato, com a quantidade de força adequada e durante o tempo que se fizer necessário. Assim, é de extrema importância o conhecimento dos principais músculos e das articulações atuantes em cada ciclo de movimentos dos nados competitivos.

Dos quatro nados oficialmente disputados, o *nado livre*, representado pelo *crawl*, é o que, por possibilitar uma maior velocidade - até o presente momento -, constitui sempre um desafio para aqueles que objetivam um deslocamento aquático cada vez mais veloz (Catteau

& Garoff, 1988; Machado, 1978; Counsilman, 1980).

A braçada do nado crawl é dividido, didaticamente, em duas fases: aquática e aérea. A fase aquática é a parte do nado que possibilita a propulsão do nadador; enquanto a fase aérea constitui-se na parte recuperadora do nado (Catteau & Garoff, 1988; Hay, 1981; Machado, 1978).

Sendo a fase aquática a responsável pela propulsão do nadador, torna-se imprescindível que os movimentos articulares e as contrações musculares sejam os mais eficientes e eficazes, visando com isto, obter a efetividade necessária para performances cada vez superiores.

O trabalho dos membros superiores é responsável por cerca de 85% ou mais da força de propulsão do atleta no nado crawl e a sua fase aquática abrange de 65 a 66% do tempo total de cada braçada, o que torna imprescindível um adequado e eficiente preparo visando a obtenção do melhor desempenho possível ao treinando (Pável, s.d.).

As articulações do cotovelo e rádio-ulnar são muito solicitadas e co- responsáveis por boa parte da eficiência durante as provas, o que torna estes componentes, parâmetros importantes no aprimoramento cada vez mais minucioso para a obtenção de resultados cada vez mais expressivos.

1.2. Objetivo

Identificar, descrever e analisar os componentes cinesiológicos atuantes nas articulações do cotovelo e rádio-ulnar, durante os movimentos executados na fase aquática do nado crawl; analisando ossos, músculos e articulações envolvidos nos diversos momentos, a partir de uma decomposição de toda ação motora realizada em frações que permitam determinar os elementos que devem ser objeto de treinamento quando se almeja alto desempenho.

1.3. Definição Operacional de Termos

Abdução: é um movimento no plano coronal, através do eixo sagital, significando mover um segmento para fora da linha central do corpo. Uma vez iniciado, o movimento se denomina abdução em toda sua amplitude, mesmo que, como no caso da abdução da

articulação do ombro, o segmento pareça voltar em direção à linha central do corpo durante os segundos 90 graus de sua excursão. (Rasch & Burke, 1986).

Adução: é um movimento no plano coronal, através do eixo sagital, significando mover um segmento para dentro da linha central do corpo. É o contrário da abdução, consistindo no retorno de uma posição de abdução até a posição anatômica ou ultrapassando-a, se for possível. (Rasch & Burke, 1986).

Anterior: pode significar a frente do corpo, ou, num sentido mais amplo, área ou região mais próxima da frente do corpo (Gardner & Osburn, 1980).

Cinesiologia: do grego "*kinesis*" - movimento, "*logos*" - tratado; é a ciência que estuda os movimentos realizados pelo corpo humano. A cinesiologia faz parte do grupo das ciências fisiológicas, por ser baseada na fisiologia do sistema nervoso e do aparelho locomotor (músculos, ossos e articulações). A doutrina científica da cinesiologia pode ser complementada pela anatomia e pela física (particularmente a mecânica), constituindo a biomecânica (Settineri & Rodrigues, 1976; e Settineri, 1988).

Contração Muscular: desenvolvimento de tensão no interior do músculo, não implicando, necessariamente, no encurtamento visível do mesmo (Rasch & Burke, 1986).

Contração Muscular Isométrica ou Estática: quando a tensão não é suficiente para mover uma parte do corpo para uma dada resistência. Neste caso a tensão é igual a resistência (Rasch & Burke, 1986).

Contração Muscular Isotônica Concêntrica: quando a tensão é suficiente para superar uma resistência, de modo que o músculo realize um encurtamento e vença uma determinada resistência (Rasch & Burke, 1986)..

Contração Muscular Isotônica Excêntrica: quando uma dada resistência é maior que a tensão do músculo. Por isso, embora desenvolva tensão, o músculo é superado pela resistência (Rasch & Burke, 1986).

Distal: relacionado com a parte mais afastada da origem de um membro (Weineck, 1986).

Eixo: é uma linha, real ou imaginária, em torno da qual ocorrem movimentos.

Considerando o corpo como um paralelepípedo, o eixo é uma linha imaginária que corre pelo centro de uma face em direção ao centro da face oposta. Existem três eixos: longitudinal, transversal e sagital (Kendall & McCreary, 1987; Guida, Gil & Pável, s.d.).

Eixo Longitudinal (ou Vertical): é um eixo vertical, que atravessa o plano transversal, estendendo-se na direção craniocaudal. Em torno deste eixo ocorrem os movimentos de rotação medial e rotação lateral, em um plano transversal. (Kendall & McCreary, 1987).

Eixo Sagital (ou ântero-posterior): é um eixo horizontal, que atravessa os planos limites anterior e posterior, além do plano de secção coronal, estendendo-se na direção ântero-posterior do corpo. Cruza, portanto, as regiões ventral e dorsal do corpo. Em torno deste eixo ocorrem os movimentos de Abdução e Adução, em um plano coronal. (Kendall & McCreary, 1987).

Eixo Transversal, Látero-lateral ou Coronal: é um eixo horizontal, que atravessa o plano sagital, estendendo-se na direção látero-lateral do corpo e perpendicular ao eixo vertical. Em torno deste eixo ocorrem os movimentos de flexão e extensão, em um plano sagital. (Kendall & McCreary, 1987)

Extensão: é um movimento que ocorre no plano sagital, através do eixo transversal, de maneira que, num dado segmento, sua superfície corporal anterior se afaste da superfície anterior de um segmento corporal adjacente, como é o caso de antebraço e braço na articulação do cotovelo. Ocorre, portanto, o contrário da flexão, ou seja, há o aumento do ângulo formado por dois segmentos, ocorrendo movimento que vai de uma posição fletida até a posição anatômica (Rasch & Burke, 1986; Guida, Gil & Pável, s.d.).

Flexão: é um movimento que ocorre no plano sagital, através do eixo transversal, de maneira que, num dado segmento, sua superfície corporal anterior se aproxime da superfície anterior de um segmento corporal adjacente, como é o caso de antebraço e braço na articulação do cotovelo. Desta forma, ocorre uma diminuição do ângulo formado por dois segmentos. (Rasch & Burke, 1986; Guida, Gil & Pável, s.d.).

Força: é a qualidade física que permite a um músculo, ou a um grupo de músculos, produzir uma tensão, objetivando vencer uma dada resistência na ação de empurrar, tracionar ou elevar (Tubino, 1979).

Hiperextensão: significa, geralmente, uma continuação da extensão além da posição anatômica. Assim, de uma posição anatômica, normalmente estendida, do cotovelo, pode haver uma ligeira extensão adicional em algumas pessoas. Isto é caracteristicamente observado em ginastas. Em caso nenhum o prefixo "hiper" significa um movimento diferente; ele é somente um prolongamento excepcional da ação referida (Rasch & Burke, 1986)

Inferior: termo que indica a extremidade caudal (baixo) do corpo humano, ou um ponto, região, órgão ou uma posição de relativa proximidade à extremidade caudal (Gardner & Osburn, 1980).

Lateral: movimento que conduz uma parte para locais mais afastados do centro do corpo, ou parte que está mais afastada do plano sagital lateral. Pode ser lateral, também, em relação a algum ponto central tido como referência (Gardner & Osburn, 1980).

Medial: movimento que conduz uma parte para o centro do corpo, ou parte que está mais próxima do plano sagital mediano. Pode ser medial, também, em relação a algum ponto central tido como referência (Gardner & Osburn, 1980).

Planos: são superfícies em forma de retângulos laminares, reais ou imaginárias, perpendiculares umas às outras, que servem de referência para a limitação e/ou divisão hipotética do corpo humano (Gardner & Osburn, 1980; Weineck, 1986).

Planos de Secção: são planos que passam através do corpo dividindo-o em partes. Estão divididos em dois: o Transverso (ou horizontal) e os longitudinais (ou verticais). O plano transverso consiste dele apenas. Já o plano longitudinal é subdividido em dois: sagital e frontal (ou coronal) (Guida, Gil e Pável, s.d.).

Plano de Secção Sagital: é um plano vertical que divide o corpo em dois lados: um direito e outro esquerdo. O plano sagital mediano ou mediosagital, divide o corpo em duas metades direita e esquerda (Kendall & McCreary, 1987).

Plano de Secção Sagital Mediano ou Mesossagital: caracteriza-se por dividir o corpo humano em duas metades simétricas, direita e esquerda (Gardner & Osburn, 1980 & Kendall e McCreary, 1987).

Plano de Secção Frontal ou Coronal: é um plano vertical que divide o corpo em duas partes: uma anterior e outra posterior (Kendall & McCreary, 1987).

Plano de Secção Transversal ou Horizontal: é um plano horizontal que divide o corpo em porções superior (cranial) e inferior (caudal) (Kendall & McCreary, 1987).

Posição Anatômica: posição arbitrária, definida para padronizar o estudo da organização do corpo humano (serve como referência para estudos). A descrição da posição anatômica é o indivíduo em pé; na posição ereta; com a cabeça em posição simétrica sobre o pescoço, sem inclinações; olhando no horizonte; os membros superiores estendidos lateralmente e ao longo do corpo (tronco); os antebraços em supinação (Palmas das mãos voltadas para frente); calcanhares unidos e extremidades dos pés ligeiramente afastadas (Gardner & Osburn, 1980).

Posterior: pode significar as costas do corpo, ou, num sentido mais amplo, área ou região mais próxima das costas do corpo (Gardner & Osburn, 1980).

Pronação: rotação medial do antebraço a partir da posição anatômica (Weineck, 1986).

Proximal: relacionado com parte mais próxima da origem de um membro.

Rotação Medial: ocorre quando a superfície anterior volta-se (gira) para dentro. O termo rotação interna não é correto, pois interno está relacionado com a proximidade das vísceras cavitárias (Rasch & Burke, 1986).

Rotação Lateral: ocorre quando a superfície anterior volta-se (gira) para fora. O termo rotação externa não é correto, pois externo está relacionado com o afastamento das vísceras cavitárias (Rasch & Burke, 1986).

Rotação: movimento em torno de um eixo longitudinal, em um plano perpendicular a este eixo, em uma articulação. Pode ocorrer, por exemplo, nas articulações do ombro, quadril e joelho. Com respeito à rotação, a posição anatômica é freqüentemente considerada como posição neutra; desta forma, de uma posição de rotação interna, a coxa pode voltar-se para fora até a posição neutra e prosseguir, depois, até mais para fora (Rasch & Burke, 1986; Kendall & McCreary, 1987; e Guida; Gil & Pável, s.d.)

Superior: termo que indica a extremidade cefálica do corpo humano, ou um ponto, região, órgão ou uma posição de relativa proximidade à extremidade cefálica (Gardner & Osburn, 1980).

Supinação: rotação lateral do antebraço a partir da posição pronação (Weineck, 1986).

2.Revisão de Literatura

2.1. Histórico e Evolução do Nado Crawl

Existem indícios e documentações que conduzem à afirmação de que os movimentos aquáticos executados por egípcios, gregos, romanos e outros povos se assemelhavam ao atual nado crawl (Catteau & Garoff, 1988).

O antecessor primário do crawl era o denominado "*trudgeon*", que utilizava ações simultâneas das pernas e era o mais veloz e amplamente utilizado, até o surgimento do "*double over arm strok*". Este nado já utilizava o batimento alternado de pernas e foi apresentado na Austrália, em 1893, por Harry Wilkhan, embora já existam informações de que já fosse praticado no Pacífico por nativos da Ilha Rubiana (Machado, 1978; Catteau & Garoff, 1988).

O nome *Crawl* deveu-se a uma comparação, também em 1893, por um técnico australiano, deste nado com os movimentos observados quando uma pessoa rasteja. Isto porque *Crawl* significa "rastejar" em inglês (Machado, 1978). A partir daí a evolução do crawl foi caracterizada por avanços inéditos e até retrocessos.

A primeira constatação da eficiência deste nado ocorreu nos Jogos Olímpicos de Londres, em 1908, onde os atletas Frank Beaurepaire (australiano), nos 400 metros, e Charles Daniel (americano do norte), nos 100 metros, conseguem a vitória nadando o crawl. Inicia nesta Olimpíada a predominância do crawl sobre os dois nados livres mais utilizados até então: o *trudgeon* e o *duplo over arm*. (Machado, 1978). Os efeitos destas vitórias são transmitidos a muitos treinadores e nadadores, que, motivados a testarem o crawl e, após constatação de sua eficiência, adotam este estilo.

Nos Jogos Olímpicos de Antuérpia, em 1920, ocorre a confirmação da preponderância de resultados obtidos pelo nado crawl sobre os demais, onde nadadores obtêm vitórias

nadando praticamente o crawl, sem utilizar movimentos de outro nado. Durante a década de 20, o nado crawl foi amplamente difundido por Johnny Weismüller, o primeiro homem a nadar os 100 metros com um tempo abaixo de um minuto, empregando um batimento de duplo efeito e um deslize amplo e profundo dos braços, com uma respiração sistematicamente regular. Já no ano de 1928, a atleta Clarence Crabbe, nos Jogos Olímpicos de Amsterdan, utilizou uma respiração a cada três braçadas, o que hoje é a amplamente utilizada respiração bilateral (Machado, 1978).

Um retrocesso de vinte anos foi a popularização do *deslizamento* ou *pegada dupla*, apresentado pelos japoneses nos Jogos Olímpicos de 1932 e que foi considerado por vários observadores como o elemento explicador do sucesso dos nipônicos na natação (Counsilman, 1980). O que caracterizou, realmente, o nado crawl utilizado pelos japoneses - destaques mundiais da natação entre os anos de 1932 e 1936 - foi a eficácia da pernada no batimento alternado submerso, com quadris e joelhos baixos (Machado, 1978).

Nos Jogos Olímpicos de Helsinque, em 1956, surgem elementos diferenciadores entre os movimentos das provas de velocidade e de fundo. Os australianos Dawn Frazer e John Conrad apresentam batimentos de pernas sucessivos para as provas de velocidade; batimentos em número reduzidos para as provas de fundo; e a braçada denominada "bumerangue" que utiliza um eficiente sistema de alavanca com a flexão variada de cotovelos ao longo do movimento, utilizado até os dias atuais. Esta evolução dos australianos leva-os a predominarem nas provas de nado livre até os Jogos Olímpicos de até 1960 (Machado, 1978; Counsilman, 1980).

Os norte-americanos iniciam, na década de 60, um trabalho efetivo e científico em busca de desempenhos expressivos e conseguem a hegemonia mundial, com o ápice em 1972, com o surgimento de Mark Spitz. Maior revelação mundial da natação, Spitz ganhou sete medalhas de ouro e rompeu diversos recordes (Machado, 1978; Counsilman, 1980).

Após os Jogos Olímpicos de Montreal, em 1976, o que se observa é uma busca desenfreada de performances cada vez mais eficazes, com recordes sendo obtidos consecutivamente em períodos de tempo cada vez mais curtos, o que anteriormente não se verificava com tal intensidade.

2.2. A Preparação Física na Composição do Treinamento Desportivo de Alta Competição

Segundo Tubino (1984), o treinamento desportivo de alta competição pode ser examinado, sob o ponto de vista organizacional, como uma composição de três preparações fundamentais (técnico-tática, física e psicológica), um efetivo controle (médico, alimentar, de hábitos de vida do atleta), e uma adequação de fatores influenciadores e condicionantes que possam interferir no processo (material desportivo, clima, altitude).

Composição do Treinamento Desportivo de Alta Competição
* Preparação Técnico-Tática
* Preparação Física
* Preparação Psicológica
* Controle Médico, alimentar e de hábitos de vida
* Adequação de fatores influenciadores e condicionantes

Figura 1 - Composição do Treinamento Desportivo de Alta Competição (Tubino, 1984)

A preparação física, quando tratar-se de treinamento em padrões elevados, deverá ser prioritária, pois possibilitará um aperfeiçoamento significativo nos recursos técnicos, pela possibilidade de uma quantificação do trabalho técnico específico da atividade treinada (Tubino, 1984).

2.3. Fatores que Justificam o Rendimento do Nado Crawl

Segundo Catteau e Garoff (1988), o rendimento do nado crawl está vinculado a diversos fatores tais como: utilização máxima das massas musculares que têm o melhor rendimento; relaxamento muscular completo fora das fases propulsivas; respiração fisiologicamente adequada; resistência frontal reduzida; procura da melhor sincronização das ações do membro superior e inferior.

2.4. Delimitação

Este trabalho visou realizar um estudo cinesiológico dos movimentos observados nas

articulações do cotovelo e rádio-ulnar, durante a fase aquática do nado crawl. Como poderia suscitar dúvidas quanto à padronização e nomenclatura das sub-fases, foi definido o emprego de um modelo utilizado por Counsilman (1980).

Para efeito deste trabalho, a articulação do cotovelo aqui considerada, foi examinada com todos os seus componentes ósseos, articulares e musculares, mas com tratamento específico ao movimento de flexão e extensão. Nos movimentos de pronação e supinação de antebraço, os ossos do antebraços foram analisados independentemente como integrantes da articulação rádio-ulnar, para que fosse possível dar um tratamento particular a cada etapa do movimento estudado.

A pesquisa tratou dos movimentos articulares, da verificação dos principais grupos musculares envolvidos e dos tipos de contrações realizados.

2.5. A Articulação do Cotovelo

A articulação do cotovelo representa a ligação móvel entre o braço e o antebraço, sendo do tipo sinovial (Weineck, 1986).

Os movimentos de flexão e extensão ocorrem no eixo transversal e os movimentos de pronação e supinação ocorrem no eixo longitudinal; isto tomando-se como base a posição anatômica (Gray & Goss, 1977; Guida, Gil & Pável; s.d.).

2.5.1. Ossos da Articulação do Cotovelo

Os ossos que compõem a articulação do cotovelo são o úmero, o rádio e a ulna (Gray & Goss, 1977), permitindo os movimentos de flexão e extensão (Rasch & Burke, 1986).

2.5.1.1. Úmero

O úmero (figura 2) é um osso longo do segmento proximal do membro superior. Possui um corpo (diáfise) e duas extremidades (epífises). A extremidade proximal compreende a cabeça e duas saliências, os tubérculos maior e menor; entre estes está o sulco intertubercular. A extremidade distal é constituída pelo côndilo do úmero. Apresenta duas saliências, os epicôndilos medial e lateral. As superfícies articulares são formadas pelo capitulo e pela tróclea, que fazem a junção com o rádio e ulna. Para que partes da ulna e rádio

se encaixem em posições de flexão e extensão máximas, existem as fossas radiais, coronóide e olecraniana, situadas logo acima do capítulo e da tróclea (Souza, 1982).

O úmero articula-se superiormente como o cingulo peitoral e, inferiormente, com os dois ossos do antebraço (Gardner & Osburn, 1980). É, portanto, o osso superior da articulação do cotovelo (osso do braço).

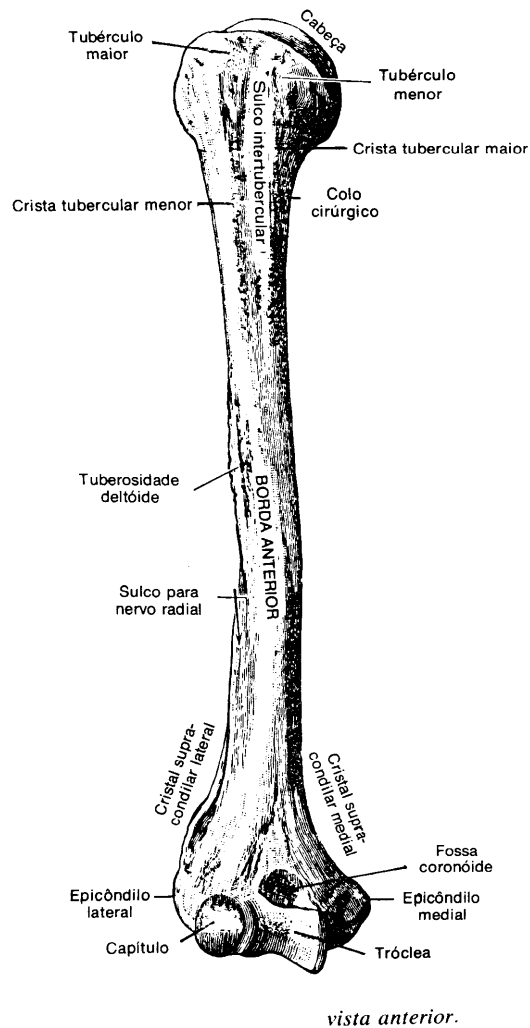


Figura 2
Úmero - Vista Anterior (Rasch & Burke, 1986)

2.5.1.2. Rádio e Ulna

Os ossos do antebraço são a ulna e o rádio. Estão situados lado a lado, estando posicionada a ulna medialmente e o rádio lateralmente, com base na posição anatômica e ligados pela membrana interóssea, que se fixa nas cristas interósseas de ambos os ossos (Gardner & Osburn, 1980; Gray & Goss, 1977; Souza, 1982).

A ulna (figura 3) está situada medialmente no antebraço, apresentando na extremidade

proximal dois processos articulares para o úmero: o olécrano e o processo coronóide. O corpo da ulna é triangular e na extremidade distal ficam localizados a cabeça da ulna e o processo estilóide. Existe uma faceta articular para o rádio em cada extremidade da ulna (Souza, 1982).

O rádio (figura 3) está disposto lateralmente no antebraço. Na extremidade superior encontram-se: a cabeça e colo (logo abaixo da cabeça), e mais inferiormente, a tuberosidade do rádio. O corpo do rádio tem o formato de um prisma triangular. Na extremidade distal encontra-se o processo estilóide (Souza, 1982).

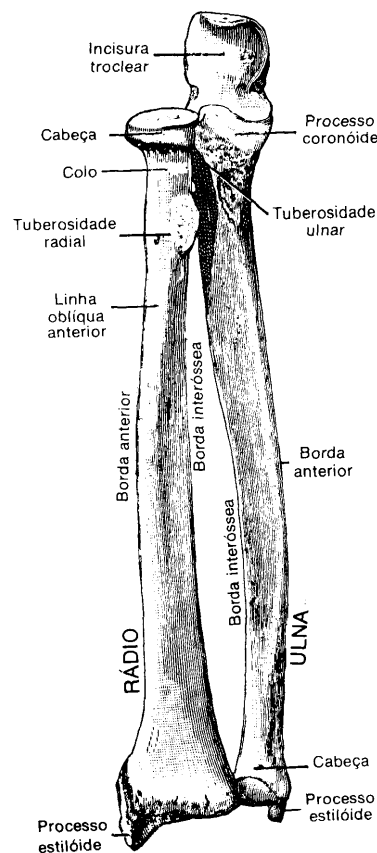


Figura 3
Rádio e Ulna - Vista Anterior (Rasch & Burke, 1986)

2.5.1.3. A Disposição Articular no Cotovelo

Os dois ossos do antebraço articulam-se com o úmero, mas a ulna possui maior representatividade na junção do cotovelo. Esta articulação é constituída pela tróclea (extremo distal do úmero) e pela incisura troclear (do olécrano e processo coronóide) da ulna (articulação gínglimo, ou em dobradiça). A articulação úmero-ulnar é do tipo dobradiça. No final da flexão o processo coronóide é conduzido à fossa coronóide (face anterior do úmero). Na extensão, o lécrano penetra na fossa olecrânica da face posterior do úmero (Gardner &

Osburn, 1980; Gray & Goss, 1977).

Os movimentos básicos da articulação úmero-ulnar são a flexão e a extensão trabalhados em torno do eixo transversal.

O rádio acompanha a ulna nos movimentos de flexão e extensão do cotovelo. Nestes movimentos, a face anterior da cabeça do rádio, que é côncava, move-se contra o capitúlo do úmero, que é convexo (articulação esferóide). Na pronação e supinação, a face anterior da cabeça do rádio também roda em pivô contra o capitúlo, ao mesmo tempo em que desliza sobre ele na flexão e extensão (Gardner & Osburn, 1980).

A amplitude do movimento de flexão do cotovelo é de 0 a 145/155 graus. Os fatores que limitam o movimento são: o contato das massas musculares sobre a face palmar do braço e antebraço e o contato da apófise coronóide com a fossa coronóide do úmero (Daniel & Worthinghan, 1987; Rasch & Burke, 1986; Gardner & Osburn, 1980)

A amplitude do movimento de extensão do cotovelo é de 145/155 a 0 grau. Os fatores que limitam o movimento são: tensão dos ligamentos colaterais anterior, radial e ulnar da articulação do cotovelo; a tensão dos músculos flexores do antebraço; e o contato do olécrano com a fossa olecraniana na face posterior do úmero (Daniel & Worthinghan, 1987; Gardner & Osburn, 1980; Rasch & Burke, 1986).

A amplitude de flexão e extensão do cotovelo variam conforme diferenças anatômicas individuais e por influência do uso. Ambos os movimentos podem ser limitados pela tensão dos ligamentos e músculos da face oposta da articulação (Rasch & Burke, 1986).

Os músculos flexores são em maior número que os extensores. Isto é explicado pela maior importância das variadas posições de flexão, para as funções de palpação, captação e expressão da mão humana (Weineck, 1986).

2.5.2. Músculos Flexores do Cotovelo

Os motores primários da flexão do cotovelo são os músculos braquial, bíceps braquial, braquiorradial. Os músculos pronador Redondo, flexor radial do carpo, flexor ulnar do carpo, palmar longo e flexor superficial dos dedos são motores acessórios deste movimento. De maneira mais efetiva, destaca-se o pronador redondo como motor acessório (Kendall & McCreary, 1987; Wirhed, 1986; Daniel & Worthinghan, 1987; Gardner &

Osburn, 1980; Rasch & Burke, 1986).

2.5.2.1. Braquial

Músculo situado entre o bíceps e o úmero, próximo do cotovelo (Kendall & McCreary, 1987; Wirhed, 1986; Daniel & Worthinghan, 1987; Gardner & Osburn, 1980; Rasch & Burke, 1986; Weineck, 1986) (figura 4).

Inserção Proximal: Superfície anterior da metade inferior do úmero e do septo intermuscular.

Inserção Distal: Tuberosidade da ulna e superfície anterior do processo coronóide.

Ação: Motor primário mais importante da flexão do cotovelo, na medida em que o antebraço esteja em pronação. É um flexor simples do cotovelo. Sua eficiência é semelhante quando o antebraço está em supinação, pronação, ou posição intermediária, isto porque sua linha de tração não varia com a rotação do braço. Tem sido citado como o "cavalo de força entre os músculos flexores do cotovelo" (Rasch & Burke, 1986).

2.5.2.2. Bíceps Braquial

Músculo fusiforme proeminente, que está situado na face anterior do antebraço e que possui duas origens distintas (Kendall & McCreary, 1987; Wirhed, 1986; Daniel & Worthinghan, 1987; Gardner & Osburn, 1980; Rasch & Burke, 1986; Weineck, 1986) (figura 4).

Inserção Proximal: Possui duas porções.

A porção longa provém da escápula na parte superior da cavidade glenóide; seu tendão passa sobre a cabeça do úmero e se funde com o ligamento capsular da articulação do ombro. A porção curta provém da apófise coracóide.

Inserção Distal: Tuberosidade do rádio.

Ação: Motor primário mais importante da flexão do cotovelo, na medida em que o antebraço esteja em pronação. Na posição de pronação, o tendão distal deste músculo, que contorna a ulna, fica torcido em espiral, o que inviabiliza a máxima potencialização de sua força de tração (Weineck, 1986).

Atua em três articulações: ombro, rádio-cárpica, cotovelo e rádio-ulnar. O bíceps é, portanto, importante motor primário da flexão do cotovelo e motor acessório da supinação do antebraço.

No cotovelo, o bíceps pode exercer uma força de 2,38 Kg/cm² de seção transversal. Ambas as porções (longa e curta), atuam flexionando o cotovelo; o braço de alavanca é um pouco maior que 2,5 cm de comprimento e o ângulo varia entre 15 e 20 graus, na posição de completa extensão, até 90 graus, quando o cotovelo está mais ou menos flexionado em ângulo reto, diminuindo novamente à medida em que a flexão continua (Rasch & Burke, 1986).

2.5.2.3. Braquiorradial

Músculo fusiforme, situado na borda externa do antebraço, sendo responsável pelo seu formato arredondado - desde o cotovelo, até a base do polegar (figura 4).

Inserção Proximal: Os dois terços superiores da crista supracondilar do úmero e do septo intermuscular lateral.

Inserção Distal: Superfície lateral do rádio, na base do processo estilóide.

Ação: É um motor primário da flexão do cotovelo que possui braço de alavanca longo, mas ângulo de tração pequeno. Por isso, possui vantagem mecânica maior que a do bíceps braquial (Kendall & McCreary, 1987; Wirhed, 1986; Daniel & Worthinghan, 1987; Gardner & Osburn, 1980; Rasch & Burke, 1986; Weineck, 1986) .

2.5.2.4. Pronador Redondo

Pequeno músculo fusiforme, disposto obliquamente através do cotovelo, anteriormente, sendo parcialmente coberto pelo braquiorradial.

Inserção Proximal: Possui duas porções. A primeira origina-se no epicôndilo medial do úmero e, a outra, no processo coronóide da ulna.

Inserção Distal: Superfície lateral do rádio, próximo ao centro.

Ação: É um motor acessório da flexão do cotovelo. Participa na flexão do cotovelo contra resistência, atuando com o bíceps, neutralizando parte da ação supinadora deste músculo, por meio de sua ação pronadora (Kendall & McCreary, 1987; Wirhed, 1986; Daniel

& Worthinghan, 1987; Gardner & Osburn, 1980; Rasch & Burke, 1986; Weineck, 1986).

2.5.2.5. Flexor Radial do Carpo

É um músculo fusiforme superficial, localizado na face anterior do antebraço, em sua porção superior.

Inserção Proximal: Epicôndilo medial do úmero.

Inserção Distal: Base do segundo metacárpico e uma faixa na base do terceiro metacárpico.

Ação: Motor acessório na flexão do cotovelo (Kendall & McCreary, 1987; Wirhed, 1986; Gardner & Osburn, 1980; Rasch & Burke, 1986; Weineck, 1986).

2.5.2.6. Flexor Ulnar do Carpo

Músculo anterior medial do antebraço.

Inserção Proximal: Possui duas inserções proximais. A primeira é um tendão flexor comum a partir do epicôndilo medial do úmero e, a segunda, é uma aponeurose localizada nos dois terços superiores da borda posterior da ulna.

Inserção Distal: Osso pisiforme e, por ligamentos, nos ossos hamato e quinto metacarpiano.

Ação: Motor acessório da flexão do cotovelo (Kendall & McCreary, 1987; Wirhed, 1986; Gardner & Osburn, 1980; Rasch & Burke, 1986; Weineck, 1986).

2.5.2.7. Palmar Longo

Músculo tênue, localizado entre o flexor radial do carpo e o flexor ulnar do carpo.

Inserção Proximal: Epicôndilo medial do úmero.

Inserção Distal: Retináculo flexor (ligamento anular do punho) e aponeurose palmar.

Ação: Motor acessório da flexão do cotovelo. Este músculo não está presente em cerca de treze por cento das pessoas (Kendall & McCreary, 1987; Wirhed, 1986; Gardner & Osburn, 1980; Rasch & Burke, 1986; Weineck, 1986).

2.5.2.8. Flexor Superficial dos Dedos

Músculo muito peculiar em cada indivíduo. Está localizado sobre a face anterior do antebraço, abaixo do flexor radial do carpo e do palmar longo.

Inserção Proximal: Possui três porções, sendo uma umeral, uma ulnar e outra radial. A inserção umeral está localizada no epicôndilo medial do úmero. A inserção ulnar está situada medialmente no processo coronóide. A inserção proximal radial encontra-se na parte média da superfície anterior do rádio.

Inserção Distal: Quatro tendões que passam pelo punho e depois de dividirem-se em dois, cada, inserem-se nas laterais da base das falanges médias dos quatro dedos.

Ação: Motor acessório da flexão do cotovelo (Kendall & McCreary, 1987; Rasch & Burke, 1986).

2.5.3. Músculos Extensores do Cotovelo

O motor primário da extensão do cotovelo é o músculo tríceps braquial. Os motores acessórios são os músculos ancônio, extensor radial longo do carpo, extensor radial curto do carpo, extensor ulnar do carpo, extensor dos dedos e extensor dos dedos mínimos. De maneira mais relevante, destaca-se o ancônio como motor acessório (Kendall & McCreary, 1987; Wirhed, 1986; Daniel & Worthinghan, 1987; Gardner & Osburn, 1980; Rasch & Burke, 1986).

2.5.3.1. Tríceps Braquial

Músculo da face posterior do braço (Kendall & McCreary, 1987; Wirhed, 1986; Daniel & Worthinghan, 1987; Gardner & Osburn, 1980; Rasch & Burke, 1986) (figura 4).

Inserção Proximal: Possui três porções. A porção longa provém da escápula, diretamente abaixo da articulação do ombro. A porção lateral origina-se num espaço de 1,2 cm de largura, situado na parte posterior do úmero, estendendo-se desde o centro da diáfise até o tubérculo maior. A porção medial origina-se na superfície inferior do dorso do úmero, num amplo espaço que ocupa quase dois terços do comprimento do osso.

Inserção Distal: Extremidade do olécrano da ulna (este se estende além da articulação do cotovelo), através de tendão único.

Ação: Motor primário da extensão do cotovelo. Em virtude da extremidade do olécrano da ulna estender além da articulação do cotovelo e o tríceps ali se inserir, a ulna converte-se em uma alavanca interfixa (possui o ponto de apoio situado entre o braço de força e o braço de resistência). Sendo curta, a alavanca favorece mais a velocidade do que a força. O ângulo de tração é de cerca de 90 graus em grande parte do movimento, porque o tendão passa sobre a extremidade inferior do úmero como uma polia. O grande número de fibras curtas de sua estrutura, juntamente com o seu grande ângulo de tração, proporciona ao músculo muita potência e velocidade (Rasch & Burke, 1986).

Embora a contração das diferentes porções do tríceps produza a extensão do cotovelo, a porção medial é motora primária principal (Kendall & McCreary, 1987; Wirhed, 1986; Daniel & Worthinghan, 1987; Gardner & Osburn, 1980; Rasch & Burke, 1986).

2.5.3.2. Ancôneo

Pequeno músculo triangular, situado na face posterior do braço e que parece ser continuação do tríceps.

Inserção Proximal: Face posterior do epicôndilo lateral do úmero.

Inserção Distal: Face lateral do olécrano e porção superior da face posterior da ulna.

Ação: Motor acessório da extensão do cotovelo (Kendall & McCreary, 1987; Wirhed, 1986; Daniel & Worthinghan, 1987; Gardner & Osburn, 1980; Rasch & Burke, 1986).

2.5.3.3. Extensor Radial Curto do Carpo

Músculo situado profundamente ao extensor radial longo do carpo.

Inserção Proximal: Epicôndilo lateral do úmero.

Inserção Distal: Superfície dorsal da base do terceiro osso metacarpiano.

Ação: Motor acessório da extensão do cotovelo (Kendall & McCreary, 1987; Wirhed, 1986; Rasch & Burke, 1986).

2.5.3.4. Extensor Ulnar do Carpo

Músculo situado profundamente ao extensor radial longo do carpo.

Inserção Proximal: Tendão extensor comum, a partir do epicôndilo lateral do úmero e aponeurose desde a borda posterior da ulna.

Inserção Distal: Base do quinto osso metacarpiano.

Ação: Motor acessório da extensão do cotovelo (Kendall & McCreary, 1987; Wirhed, 1986; Rasch & Burke, 1986).

2.5.3.5. Extensor dos Dedos

Músculo localizado na face posterior média do antebraço e que possui características fusiformes.

Inserção Proximal: Epicôndilo lateral do úmero.

Inserção Distal: Nos quatro dedos, por meio de quatro tendões que atravessam o punho.

Ação: Motor acessório da extensão do cotovelo (Kendall & McCreary, 1987; Wirhed, 1986; Rasch & Burke, 1986).

2.5.3.6. Extensor do Dedo Mínimo

Músculo fino e fusiforme, localizado na face posterior do antebraço e punho.

Inserção Proximal: Tendão extensor comum, a partir do epicôndilo lateral do úmero.

Inserção Distal: Expansão extensora do dedo mínimo com o tendão do extensor dos dedos.

Ação: Motor acessório da extensão do cotovelo (Kendall & McCreary, 1987; Wirhed, 1986; Rasch & Burke, 1986).

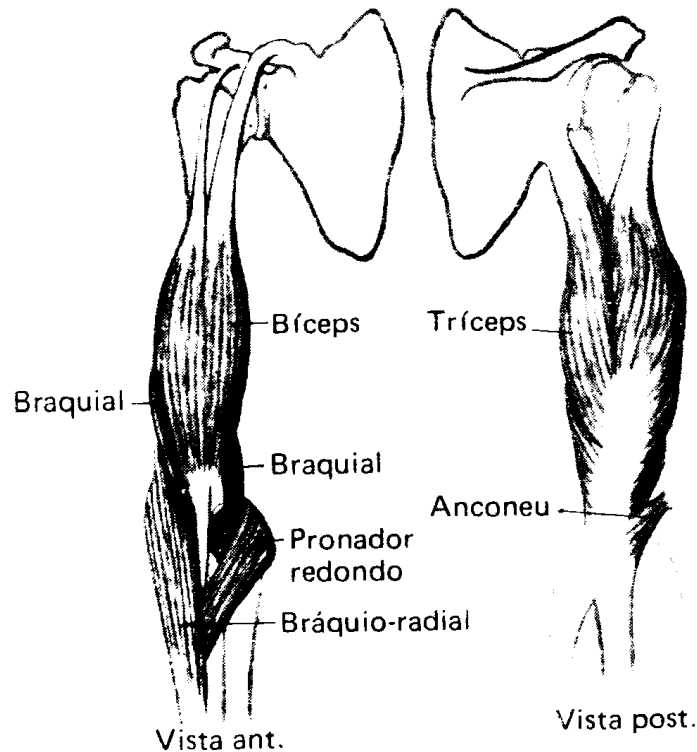


Figura 4
Músculos Flexores e Extensores do Cotovelo - (Gardner & Osburn, 1980)

2.6. A Articulação Rádio-Ulnar

Os movimentos de pronação e supinação do antebraço estão vinculados a articulações entre estes dois ossos, que são anatomicamente distintas: são elas, a articulação rádio-ulnar proximal e rádio-ulnar distal. Por apresentarem uma unidade funcional, foram estudadas em conjunto (Weineck, 1986).

Segundo Gardner & Osburn (1980), a articulação rádio-ulnar é formada por três elementos que mantêm o rádio em alinhamento flexível com a ulna, mas que lhe permitem mover-se em torno dela na pronação e supinação. Os três elementos articulares são: junta rádio-ulnar superior, junta rádio-ulnar intermédia, e junta rádio-ulnar inferior.

2.6.1. Ossos da Articulação Rádio-Ulnar

Os ossos que compõem a articulação do rádio-ulnar são o rádio e a ulna, estando ligadas pela membrana interóssea. Os dois ossos do antebraço articulam-se com o úmero, sendo que a ulna possui maior representatividade na junção do cotovelo. Esta articulação permite os movimentos rotatórios no antebraço (Kendall & McCreary, 1987; Wirhed, 1986; Daniel & Worthingan, 1987; Gardner & Osburn, 1980; Rasch & Burke, 1986; Weineck,

1986) (Figura 3).

2.6.1.1. Rádio

O rádio está situado lado a lado com a ulna no antebraço, estando posicionado lateralmente, com base na posição anatômica (Gray & Goss, 1977).

2.6.1.2. Ulna

Está situada lado a lado com o rádio no antebraço, estando posicionada medialmente, com base na posição anatômica (Gray & Goss, 1977).

2.6.1.3. A Disposição Articular Rádio-Ulnar

A junta rádio-ulnar superior é formada pela articulação da cabeça do rádio com a incisura radial da ulna, que está localizada anteriormente na face lateral do processo coronóide. A parte alta do corpo radial, por estar anteriorizada, pode cruzar mais facilmente a ulna na pronação. A junta rádio-ulnar intermédia é constituída pela membrana interóssea rádio-ulnar ou antebraquial, sendo uma junta fibrosa entre os dois ossos. A junta rádio-ulnar inferior existe entre a área articular convexa da cabeça da ulna e a incisura do rádio, na face medial de sua porção inferior. A incisura desliza em torno da cabeça ulnar ao trasladar-se o rádio em torno da ulna. Caracteriza-se por ser bem móvel.

No movimento de pronação o rádio se superpõe diagonalmente à ulna (Weineck, 1986).

Para Gardner & Osburn (1980), para ocorrer a pronação parcial, "a cabeça do rádio gira contra a face lateral da parte alta da ulna, e em pivô contra o capítulo do úmero. Na pronação completa, a porção inferior do rádio traslada-se em arco anterior à ulna; o corpo do rádio cruza então o da ulna, e sua porção inferior coloca-se medialmente à cabeça da ulna".

A amplitude do movimento de supinação do cotovelo é de 0 a 80/90 graus. Os fatores que limitam o movimento são a tensão do ligamento radio-ulnar e do ligamento colateral ulnar da articulação do punho; tensão do cordão oblíquo e das fibras mais inferiores da membrana interóssea; e tensão dos músculos pronadores do antebraço (Daniel & Worthinghan, 1987). A amplitude do movimento de pronação do cotovelo é de 0 a 80/90 graus. Os fatores que limitam o movimento são a tensão do ligamento radio-ulnar dorsal,

ulnar colateral e radiocarpiano dorsal; e tensão das fibras mais inferiores da membrana interóssea (Daniel & Worthinghan, 1987). Quando o cotovelo está flexionado, o movimento de pronação e supinação permitidos é de cerca de 130 graus. Já quando o cotovelo está estendido, o movimento de pronação e supinação permitidos é de cerca de 230 graus (Weineck, 1986).

2.6.2. Músculos Supinadores do Antebraço

O motor primário da supinação do antebraço é o músculo supinador, tendo como motores acessórios os bíceps braquial, braquiorradial, extensor radial curto do carpo, extensor longo do polegar e abductor longo do polegar. Dentre os acessórios, o músculo bíceps braquial é o que possui maior participação na execução do movimento (Kendall & McCreary, 1987; Wirhed, 1986; Daniel & Worthinghan, 1987; Gardner & Osburn, 1980; Rasch & Burke, 1986; Weineck, 1986).

2.6.2.1. Supinador

Músculo largo situado embaixo do braquiorradial e dos músculos extensores, unido ao epicôndilo lateral (Figura 5).

Inserção Proximal: No epicôndilo lateral do úmero, na crista supinadora da ulna e nos ligamentos intermediários.

Inserção Distal: Superfície lateral do terço superior do rádio.

Ação: Motor primário da supinação do antebraço. Isoladamente atua na supinação lenta e sem resistência, ou na supinação rápida com o cotovelo estendido. Durante a supinação contra resistência, ou durante a supinação rápida com o cotovelo flexionado, requer a ajuda do bíceps braquial (Kendall & McCreary, 1987; Wirhed, 1986; Daniel & Worthinghan, 1987; Gardner & Osburn, 1980; Rasch & Burke, 1986; Weineck, 1986).

2.6.2.2. Bíceps Braquial

Músculo já descrito no item 2.5.2.2. (página 18).

Ação: Na articulação rádio-ulnar, por ter sua inserção distal na tuberosidade do rádio (Figura 5), é motor acessório da supinação do antebraço. O bíceps braquial é um eficiente

supinador, mas a função de motor primário é do músculo supinador pela disposição em que este se encontra na articulação.

2.6.2.3. Braquiorradial

Músculo já descrito no item 2.5.2.3. (página 19).

Ação: Na articulação rádio-ulnar, é motor acessório da supinação do antebraço, quando este movimento é realizado com resistência (Kendall & McCreary, 1987; Wirhed, 1986; Rasch & Burke, 1986).

2.6.2.4 Extensor Radial Curto do Carpo

Músculo já descrito no item 2.5.3.3. (página 25).

Ação: Na articulação rádio-ulnar, é motor acessório da supinação do antebraço.

2.6.2.5. Extensor Longo do Polegar

Localizado na face posterior do antebraço, pode ser analisado como um segmento do músculo extensor dos dedos.

Inserção Proximal: Do terço médio da superfície posterior distal da ulna, até a origem do abdutor longo do polegar, e membrana interóssea.

Inserção Distal: Face posterior da base da articulação interfalângiana do polegar.

Ação: Motor acessório da supinação do antebraço (Kendall & McCreary, 1987; Gardner & Osburn, 1980; Rasch & Burke, 1986; Weineck, 1986).

2.6.2.6. Abdutor Longo do Polegar

Músculo encontrado abaixo do supinador e, às vezes, unido a ele.

Inserção Proximal: Superfície posterior distal do corpo da ulna à origem do supinador; membrana interóssea; e superfície posterior do terço médio do corpo do rádio.

Inserção Distal: Base radial do primeiro osso metacarpiano.

Ação: Motor acessório da supinação do antebraço (Kendall & McCreary, 1987; Wirhed, 1986; Gardner & Osburn, 1980; Rasch & Burke, 1986; Weineck, 1986).

2.6.3. Músculos Pronadores do Antebraço

O motor primário da pronação do antebraço é o músculo pronador quadrado, tendo como motores acessórios os pronador redondo, braquiorradial, ancônio, flexor radial. Dentre os acessórios, o músculo pronador redondo é o que possui maior participação na execução do movimento (Kendall & McCreary, 1987; Wirhed, 1986; Daniel & Worthinghan, 1987; Gardner & Osburn, 1980; Rasch & Burke, 1986; Weineck, 1986).

2.6.3.1. Pronador Quadrado

Fita muscular larga, quadrilátera, transversal, situa-se profundamente no antebraço distal anterior (Figura 5).

Inserção Proximal: Terço inferior da face anterior da ulna.

Inserção Distal: Face anterior do rádio, acima da incisura ulnar.

Ação: Motor primário da pronação do antebraço. O pronador quadrado não pode iniciar a pronação a partir da supinação completa, ou seja, a partir da posição anatômica, mas, depois de iniciada a ação pelo pronador redondo, a tração do pronador quadrado é direta na parte inferior do rádio, o que torna a sua ação muito potente (Kendall & McCreary, 1987; Wirhed, 1986; Daniel & Worthinghan, 1987; Gardner & Osburn, 1980; Rasch & Burke, 1986; Weineck, 1986).

2.6.3.2. Pronador Redondo

Já tratado anteriormente junto com os flexores do cotovelo (Figura 5), no item 2.5.2.4. (página 20).

Ação: Na articulação rádio-ulnar, é motor acessório da pronação do antebraço, auxiliando o pronador quadrado sempre que se necessite rapidez de movimento ou exista resistência (Rasch&Burke, 1986). Com o cotovelo em extensão, o músculo pronador redondo proporciona um aumento da força de pronação do antebraço, em virtude de a distensão prévia deste músculo melhorar sua capacidade contrátil (Weineck, 1986).

2.6.3.3. Braquiorradial

Músculo já descrito no item 2.5.2.3 (página 19).

Ação: Na articulação rádio-ulnar, é motor acessório da pronação do antebraço, quando este movimento é realizado com resistência (Kendall & McCreary, 1987; Wirhed, 1986; Rasch & Burke, 1986).

2.6.3.4. Ancôneo

Músculo já descrito no item 2.5.3.2 (página 24).

Ação: Na articulação rádio-ulnar, é motor acessório da pronação do antebraço.

2.6.3.5. Flexor Radial do Carpo

Músculo já descrito no item 2.5.2.5 (página 20).

Ação: Na articulação rádio-ulnar, é motor acessório da pronação do antebraço.

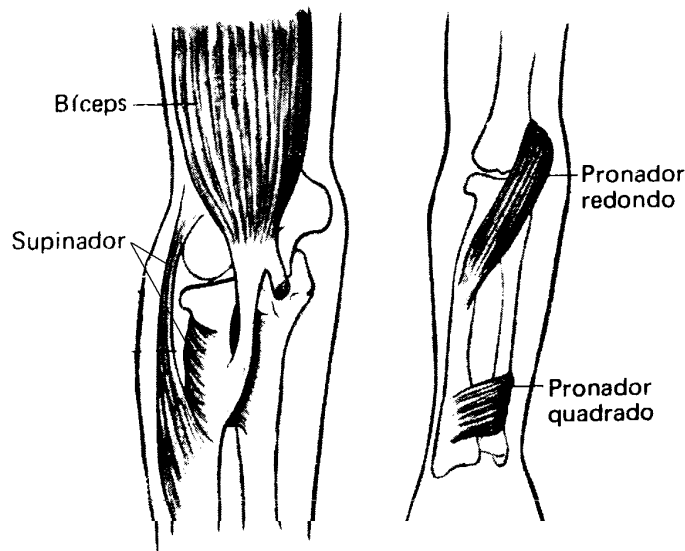


Figura 5

Músculos Pronadores e Supinadores do Antebraço - Vista Anterior (Gardner & Osburn, 1980)

2.7. O Movimento Global

Para falar do gesto motor das articulações do cotovelo e rádio-ulnar na fase aquática do nado crawl, é necessária uma descrição do movimento como um todo.

De maneira a decompor a fase aquática do nado crawl em frações que permitam um estudo cinesiológico mais detalhado, foram definidas três sub-fases, que receberam a nomenclatura utilizada por Pável (s.d.), de sub-fases: apoio, puxada e empurrão.

2.7.1. Sub-Fase Apoio

A fase aquática é iniciada com a mão entrando à frente, entre duas linhas longitudinais imaginárias formadas uma no prolongamento da cabeça e outra no prolongamento do ombro, acompanhando o plano sagital. O cotovelo inicia esta sub-fase flexionado em cerca de 30 graus e conclui em ângulo aproximado de 90 graus. A entrada da mão é feita com o antebraço em pronação - aproximadamente 220 graus a partir da posição anatômica -, com deslocamento para frente, para o fundo, para trás e levemente para fora, rotação medial do ombro, e aumento da flexão do cotovelo, descrevendo um contorno semelhante ao da letra "s". Na parte intermediária desta sub-fase, o ângulo de pronação é ampliado para cerca de 240 grau, de maneira a se possibilitar a realização do movimento em "s". Concluindo esta sub-fase e preparando para iniciar a puxada, o antebraço executa rotação lateral até atingir a angulação de cerca de 120 graus (Seqüências 1 a 3 da Figura 6 - observando-se o braço direito do nadador desenhado). Esta análise levou em consideração a entrada do nadador meio-fundista ou fundista, que é mais profunda (Counsilman, 1980; Machado, 1978; Pável, s.d.; Catteau & Garoff, 1988).

2.7.2. Sub-Fase Puxada

Nesta sub-fase, a mão, o antebraço, o braço e o ombro fazem movimento para o fundo. Ocorre uma seqüência de movimentos para dentro, para o fundo, para fora, para trás e para cima, até a adução do braço (que une-se à lateral do tronco). A mão permanece afastada do tronco e o cotovelo trabalha num ângulo que pode ser de 90 a 120 graus, tendo como base a posição anatômica (Seqüências 3 a 6 da Figura 6 - observando-se o braço direito do nadador desenhado)(Counsilman, 1980; Machado, 1978; Pável, s.d.; Catteau & Garoff, 1988).

2.7.3. Sub-Fase Empurrão

O braço inicia o trabalho aduzido, realizando extensão do cotovelo e, finalmente, abdução do braço. Ao final do empurrão a articulação do cotovelo será flexionada, com elevação do cotovelo. A mão é a última a perder contato com a água (na altura dos quadris) e, neste momento, é realizada uma pequena rotação lateral do antebraço (Seqüências 6 a 9 da Figura 6 - observando-se o braço direito do nadador desenhado) (Counsilman, 1980; Machado, 1978; Pável, s.d.; Catteau & Garoff, 1988).

A partir daí é encerrada a fase aquática e iniciada a fase aérea com sua sub-fase única, chamada recuperação (Counsilman, 1980; Machado, 1978; Pável, s.d.; Catteau & Garoff, 1988).

2.8. Decomposição do Movimento em cada Articulação

O movimento aquático do nado crawl definido nesta pesquisa foi o preconizado por Counsilman (1980) (Figura 6 - Sequências 1 a 9). Este movimento foi, para fins de exposição didática, decomposto e descrito como se segue.

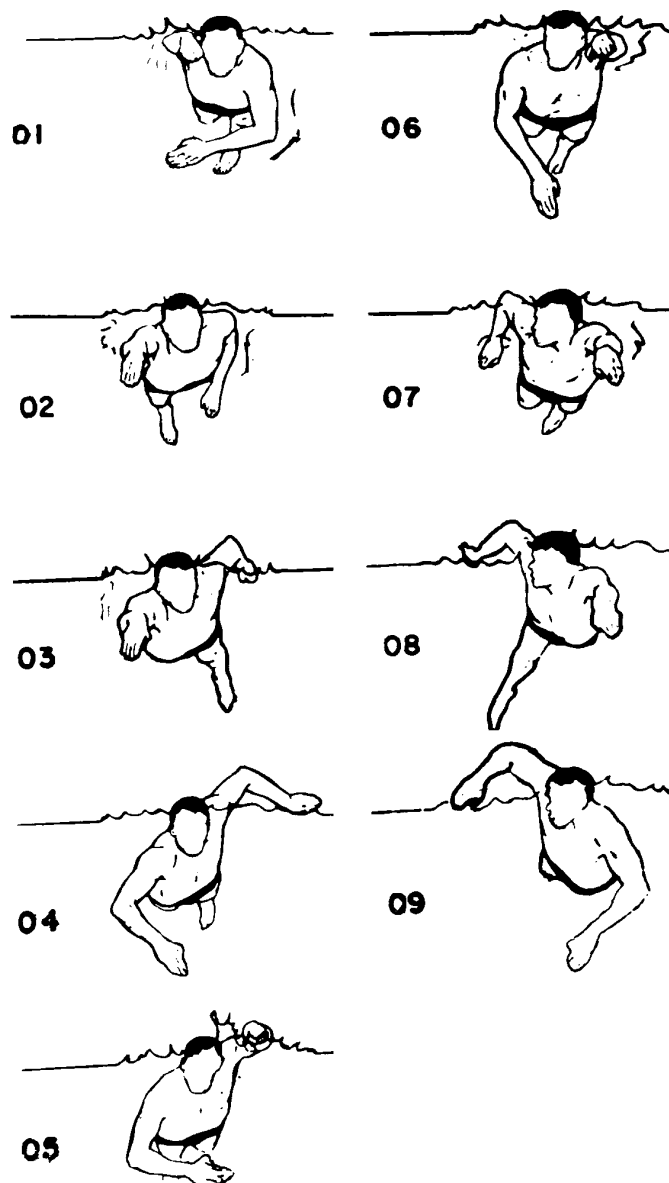


Figura 6
O Movimento na Fase Aquática do Nado Crawl - (Counsilman, 1980)

2.8.1. Sub-Fase Apoio

Movimento caracterizado pela entrada da mão na água e deslocamentos para frente, para baixo, para trás e levemente para fora.

Ação observada no Cotovelo:

A articulação do cotovelo entra na água com uma ligeira flexão, que varia entre 15 a 30 graus dependendo do estilo do nadador. Nesta sub-fase, os músculos extensores atuam concêntrica no posicionamento do cotovelo na angulação acima descrita. A partir daí os músculos flexores e extensores contraem-se isometricamente para manter o ângulo articular, pois o movimento prioritário está sendo efetuado pela articulação do ombro. A parte final do apoio exige um aumento na flexão do cotovelo, o que é propiciado pela contração concêntrica dos flexores.

Ação observada na Rádio-Ulnar:

Na sub-fase apoio, a articulação rádio-ulnar inicia o movimento em pronação, em um ângulo inicial próximo 220 graus, que no meio da sub-fase é ampliado para cerca de 240 graus e reduzido ao final para, aproximadamente 120 graus. O momento final do apoio, por exigir rotação lateral, ocasiona a contração concêntrica dos músculos supinadores e contração excêntrica dos músculos pronadores. Como o nadador já parte da plataforma com os antebraços em pronação, verifica-se que, predominantemente, as musculaturas pronadora e supinadora realizam contração do tipo isométrica para a manutenção da posição durante esta sub-fase.

2.8.2. Sub-Fase Puxada

Ocorre uma seqüência de movimentos para dentro, para o fundo, para fora, para trás e para cima, até a adução do braço (que une-se à lateral do tronco).

Ação observada no Cotovelo:

Inicialmente, verifica-se uma flexão até cerca de 90 graus, por meio de contração concêntrica dos músculos flexores. Em seguida é realizada uma extensão do cotovelo - atingindo cerca de 55 a 60 graus -, a ser alcançada até o final desta sub-fase, o que exige contração concêntrica da musculatura extensora do cotovelo.

Ação observada na Rádio-Ulnar:

No momento inicial da puxada, observa-se a manutenção de um ângulo aproximado de 120 graus, contados a partir da posição anatômica. Esta situação possibilita uma superfície de contato propulsora da mão mais eficiente. Para que isso ocorra, os músculos supinadores e pronadores produzem contração do tipo isométrica. Na parte final dessa sub-fase, com o fito de manter sempre uma superfície propulsora da mão eficiente, a articulação rádio-ulnar é levada a realizar rotação medial até o ângulo estimado em 180 graus, tomada por base a posição anatômica, caracterizando-se a posição de pronação plena, através da contração concêntrica dos músculos pronadores.

2.8.3. Sub-Fase empurrão

O início do trabalho é efetuado com o braço aduzido, havendo extensão do cotovelo e abdução do braço. Ao final do empurrão a articulação do cotovelo é flexionada e elevada através da atuação do ombro.

Ação observada no Cotovelo:

No momento inicial dessa sub-fase o cotovelo é levado à extensão, para aproveitar bem a alavanca, o que é permitido pela contração isométrica dos extensores do cotovelo. Em seguida, verifica-se a descontração da musculatura extensora e contração concêntrica pouco potente da musculatura flexora, visando a preparação para a saída da fase aquática com o cotovelo.

Ação observada na Rádio-Ulnar:

No momento inicial dessa sub-fase, a articulação rádio-ulnar mantém-se em pronação pela contração isométrica de pronadores e supinadores do antebraço. Concluindo a fase aquática, a musculatura pronadora realiza um relaxamento parcial e sucede-se uma natural rotação lateral do antebraço, pela contração concêntrica pouco potente dos músculos supinadores.

3. Metodologia

3.1. Caracterização da Pesquisa

Baseada na revisão de livros e artigos científicos sobre o tema, esta pesquisa caracterizou-se por ser *bibliográfica*.

3.2. Metodologia Utilizada

Foi realizado um estudo onde procurou-se consultar a literatura mais atinente à cinesiologia ósteo-articular e muscular dos gestos motores de membros superiores componentes da fase aquática do nado crawl.

Com relação aos movimentos, foram investigadas publicações científicas de autores nacionais e estrangeiros, tendo sido registrados os detalhamentos que possibilitassem a detecção de cada estrutura atuante, através do método de decomposição dos gestos executados nas articulações do cotovelo e rádio-ulnar durante a fase aquática do nado crawl.

O presente estudo acompanhou o entendimento de autores (Gardner & Osburn, 1980; Gray, H. & Goss, 1977; Rasch & Burke, 1986; Weineck, 1986; Castro, 1976) que visualizam a participação da articulação rádio-ulnar como componente da articulação do cotovelo, mais atuante em movimentos distintos e bastante independentes aos realizados no cotovelo.

No que disse respeito à parte essencialmente cinesiológica, foram pesquisadas as publicações que tratavam mais especificamente do movimento em relação a ossos, articulações, músculos e aspectos fisiológicos do movimento.

A aplicação de princípios e leis da mecânica e o estudo do corpo humano como um sistema de alavancas, não foi objeto específico do presente trabalho.

4. Resultados

Com base na pesquisa bibliográfica realizada e considerando os movimentos nas articulações do cotovelo e rádio-ulnar, durante a fase aquática do nado crawl, obteve-se os resultados abaixo apresentados.

4.1. Descrição dos Movimentos, Ação Músculo-Articular e tipo de Contração

4.1.1. Sub-Fase Apoio

Na Articulação do Cotovelo

Ação Articular Observada: Inicia com pequena flexão do cotovelo em cerca de 30 graus. No final da sub-fase, ocorre uma flexão mais acentuada do cotovelo, que pode variar em função de a entrada do nadador de dois tempos ser menor (mais curta) do que a entrada do nadador de seis tempos, não sendo possível determinar uma angulação padrão do cotovelo.

No Início da Sub-fase

Tipo de Contração: Isométrica.

Motores Primários: Braquial (flexão) e Tríceps Braquial (extensão).

Motores Acessórios: Bíceps Braquial, Braquiorradial, Pronador Redondo, Flexor Radial do Carpo, Flexor Ulnar do Carpo, Palmar Longo e Flexor Superficial dos Dedos (flexão); Ancôneo, Extensor Radial Longo do Carpo, Extensor Radial Curto do Carpo, Extensor Ulnar do Carpo, Extensor dos Dedos e Extensor dos Dedos Mínimos (extensão).

Ao Final da Sub-fase

Tipo de Contração: Isotônica Concêntrica.

Motores Primários: Braquial.

Motores Acessórios: Bíceps Braquial, Braquiorradial, Pronador Redondo, Flexor Radial do Carpo, Flexor Ulnar do Carpo, Palmar Longo e Flexor Superficial dos Dedos.

Na articulação Rádio-Ulnar

Ação Articular Observada: No início constata-se o aumento do ângulo, pela rotação medial da articulação rádio-ulnar, em virtude da contração do tipo isotônica concêntrica da musculatura pronadora. O momento final do apoio, por exigir rotação lateral, ocasiona a contração concêntrica dos músculos supinadores e contração excêntrica dos músculos pronadores, para evitar a supinação completa do antebraço.

No Início da Sub-fase

Tipo de Contração: Isotônica Concêntrica.

Motores Primários: Pronador Quadrado.

Motores Acessórios: Pronador Redondo, Braquiorradial, Ancôneo, Flexor Radial.

Ao Final da Sub-fase

Tipo de Contração: Isotônica Concêntrica dos Supinadores e Isotônica Excêntrica dos Pronadores.

Motores Primários: Supinador (Contração Concêntrica) e Pronador Quadrado (Contração Excêntrica).

Motor Acessório: Bíceps Braquial, Braquiorradial, Extensor Radial Curto do Carpo, Extensor Longo do Polegar e Abductor Longo do Polegar (Contração Concêntrica) Pronador Redondo, Braquiorradial, Ancôneo, Flexor Radial do Carpo (Contração Excêntrica).

4.1.2. Sub-Fase Puxada

Na Articulação do Cotovelo

Ação Articular Observada: Inicialmente, verifica-se uma flexão até cerca de 90 graus, por meio de contração concêntrica dos músculos flexores. No final, é realizada uma pequena extensão do cotovelo - atingindo cerca de 55 a 60 graus -, que exige contração

concêntrica da musculatura extensora do cotovelo.

No Início da Sub-fase

Tipo de Contração: Isotônica Concêntrica.

Motor Primário: Braquial.

Motores Acessórios: Bíceps Braquial, Braquiorradial, Extensor Radial Curto do Carpo, Extensor Longo do Polegar e Abdutor Longo do Polegar.

Ao Final da Sub-fase

Tipo de Contração: Isotônica Concêntrica.

Motor Primário: Tríceps Braquial.

Motor Acessório: Ancôneo, Extensor Radial Longo do Carpo, Extensor Radial Curto do Carpo, Extensor Ulnar do Carpo, Extensor dos Dedos e Extensor dos Dedos Mínimos.

Na Articulação Rádio-Ulnar

Ação Articular Observada: No momento inicial da puxada, observa-se a manutenção de um ângulo aproximado de 120 graus pela contração do tipo isométrica dos músculos supinadores e pronadores. Na parte final dessa sub-fase, a articulação rádio-ulnar realiza rotação medial até o ângulo estimado em 180 graus, através da contração concêntrica dos músculos pronadores.

No Início da Sub-fase

Tipo de Contração: Isométrica.

Motor Primário: Supinador e Pronador Quadrado.

Motor Acessório: Bíceps Braquial, Braquiorradial, Extensor Radial Curto do Carpo, Extensor Longo do Polegar e Abdutor Longo do Polegar (Supinadores); Pronador Redondo, Braquiorradial, Ancôneo, Flexor Radial (Pronadores).

Ao Final da Sub-fase

Tipo de Contração: Isotônica Concêntrica.

Motor Primário: Pronador Quadrado.

Motor Acessório: Pronador Redondo, Braquiorradial, Ancôneo, Flexor Radial.

4.1.3. Sub-Fase Empurrão

Na Articulação do Cotovelo

Ação Articular Observada: No momento inicial o cotovelo é mantido em extensão pela contração isométrica dos extensores do cotovelo. Na parte final da fase aquática verifica-se a descontração da musculatura extensora e contração concêntrica da musculatura flexora.

No Início da Sub-fase

Tipo de Contração: Isométrica.

Motor Primário: Tríceps Braquial.

Motor Acessório: Ancôneo, Extensor Radial Longo do Carpo, Extensor Radial Curto do Carpo, Extensor Ulnar do Carpo, Extensor dos Dedos e Extensor dos Dedos Mínimos.

Ao Final da Sub-fase

Tipo de Contração: Isotônica Concêntrica.

Motor Primário: Braquial.

Motores Acessórios: Bíceps Braquial, Braquiorradial, Extensor Radial Curto do Carpo, Extensor Longo do Polegar e Abdutor Longo do Polegar.

Na Articulação Rádio-Ulnar

Ação Articular Observada: No momento inicial, a articulação rádio-ulnar mantém-se em pronação pela contração isométrica de pronadores e supinadores do antebraço. Concluindo a fase aquática, sucede-se uma pequena rotação lateral do antebraço, pela contração concêntrica dos músculos supinadores.

No Início da Sub-fase

Tipo de Contração: Isométrica.

Motores Primários: Supinador e Pronador Quadrado.

Motores Acessórios: Bíceps Braquial, Braquiorradial, Extensor Radial Curto do Carpo, Extensor Longo do Polegar e Abdutor Longo do Polegar (Supinadores) e Pronador Redondo, Braquiorradial, Ancôneo, Flexor Radial (Pronadores).

Ao Final da Sub-fase

Tipo de Contração: Isotônica Concêntrica.

Motor Primário: Supinador.

Motor Acessório: Bíceps Braquial, Braquiorradial, Extensor Radial Curto do Carpo, Extensor Longo do Polegar e Abdutor Longo do Polegar.

5. Conclusão

A atuação da articulação do cotovelo está amplamente vinculada à articulação rádio-ulnar, não somente por comporem uma junta, mas, também, pela interferência da atuação de uma articulação no desempenho da outra. Isso pode ser comprovado no movimento de flexão do cotovelo, que possui alteração na força de tração quando realizada em supinação, comparativamente ao mesmo movimento quando executado em pronação.

Em conjunto, os movimentos realizados no cotovelo e rádio-ulnar, constituem integrantes fundamentais na obtenção da máxima eficiência na fase aquática do nado crawl. Tal afirmação pode ser confirmada a partir da constatação que durante todo o movimento são empregados músculos geradores de grandes tensões.

A predominância de contrações isotônicas concêntricas, alternadamente com contrações isométricas, conduz à inferência de que a questão de treinamento do tipo de contração deve ser objeto do planejamento do processo de preparação para competições.

A variedade dos movimentos executados ao longo da fase aquática apontam para uma atenção a outros aspectos que não somente os do plano da técnica e potencialização muscular, mas, também, ao adequado trabalho da flexibilidade articular e mobilidade muscular.

No cotovelo apurou-se que existe um equilíbrio nos movimentos de flexão e extensão, o que leva a uma confirmação da importância do preparo das musculaturas envolvidas e um eficiente trabalho da flexibilidade articular para a realização eficiente dos gestos que se alternam durante toda a fase aquática do nado crawl.

Na articulação rádio-ulnar ocorre uma expressiva predominância de execução de esforço na posição pronação, de onde conclui-se que a flexibilidade dessa articulação, associada à potencialização da musculatura pronadora, são componentes relevantes na obtenção de resultados significativos.

Uma inferência significativa pôde ser realizada e que leva em consideração um movimento dependente das articulações do cotovelo e rádio-ulnar. Em virtude do predomínio da posição dos antebraços pronados ao longo de toda a ação, deduz-se ser fundamental o entendimento de preparação dos flexores do cotovelo levando-se em consideração o músculo braquial como motor primário, posto que o bíceps braquial não encontra-se - nesta situação - em condições ideais para exercer a máxima força de tração. Assim, o posicionamento da articulação rádio-ulnar torna-se fator determinante para detecção do principal componente de flexão da articulação do cotovelo.

6. Referências Bibliográficas

- ARAÚJO, C. G. S. de (Coordenador). **Fundamentos Biológicos - Medicina Desportiva**. Rio de Janeiro, Ao Livro Técnico, 1985.
- ASTI VERA, A.. **Metodologia da Pesquisa Científica**. Porto Alegre, Globo, 1983.
- ASTRAND, Per-Olof e RODAHL, Kaare. **Tratado de Fisiologia do Exercício**. 2. ed. Rio de Janeiro, Interamericana, 1980.
- BARBANTI, V. J. **Treinamento Físico - Bases Científicas**. 2. ed. São Paulo, Balieiro, 1988.
- BARBANTI, V. J. **Teoria e Prática do Treinamento Desportivo**. São Paulo, Edgard Blücher, 1979.
- CASTRO, S. V. de. **Anatomia Fundamental**. 2. ed. São Paulo, McGraw-Hill do Brasil, 1976.
- CATTEAU, R. et GAROFF G. **O Ensino da Natação**. 3. ed. São Paulo, Manole, 1988.
- COUNSILMAN, J. E. **A Natação - Ciência e técnica para a preparação de campeões**. Rio de Janeiro, Lial, 1980.
- DANIELS, L. e WORTHINGHAM, C.. **Provas de Função Muscular - Técnicas de Exame Manual**. 5. ed. Rio de Janeiro, Guanabara, 1987.
- DANTAS, E. H. M. **A Prática da Preparação Física**. 2. ed. Rio de Janeiro, Sprint, 1986.
- ECO, H.. **Como se faz uma tese**. São Paulo, Perspectiva, 1988.
- FERNANDES, J. L. **O Treinamento Desportivo - Procedimentos, Organização, Métodos**. São Paulo, EPU-EDUSP, 1981.
- FONTANELLI, M. S. e FONTANELLI, J. A. **Natação para Bebês - entre o prazer e a Técnica**. 3. ed. São Paulo, Ground, 1985.
- FRAILE, A. **Atlas do Corpo Humano - Seu Funcionamento**. ed. Especial Rio de Janeiro, Ediciones Jover, 1980.

- GARDNER, Weston D. e OSBURN, William A. **Anatomia do Corpo Humano**. 2. ed. São Paulo, Atheneu, 1980.
- GIL, A. C. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social**. São Paulo, Atlas, 1987.
- GIL, A. C. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. São Paulo, Atlas, 1991.
- GONÇALVES, J. **Musculação em Academias - Propostas Científicas**. Rio de Janeiro-São Paulo, Atheneu, s. d.
- GUIDA, S.; ARAÚJO, C. G. S. & PÁVEL, R. de C. **Nota de Aula Confeccionada para o Curso de Ciência da Flexibilidade Aplicada à Atividade Física**. Rio de Janeiro, s.d.
- GUYTON, A. C. **Fisiologia Básica**. 2. ed. Rio de Janeiro, Interamericana, 1978.
- GUYTON, A. C. **Fisiologia Humana**. 6. ed. Rio de Janeiro, Guanabara, 1988.
- GUYTON, A. C. **Tratado de Fisiologia Médica**. 6. ed. Rio de Janeiro, Guanabara, 1986.
- HAY, J. G. **Biomecânica das Técnicas Desportivas**. 2. ed. Rio de Janeiro, Interamericana, 1981.
- HÜLLEMANN, K.-D. **Medicina Esportiva - Clínica e Prática**. São Paulo, EPU/EDUSP, 1978.
- KENDALL, F. P. e McCREARY, E. K. **Músculos - provas e funções**. 3. ed. São Paulo, Manole, 1987.
- LAKATOS, E. M. e MARCONI, M. de A.. **Técnicas de Pesquisa**. São Paulo, Atlas, 1986.
- MACHADO, D. C. **Metodologia da Natação**. 2. ed. São Paulo, EPU, 1978.
- MAGLISCHO, E. W. **Faster to the Science or Swimming**. California, May Field Publishing, 1982.
- McARDLE, W. D.; KATCH, F. I. ; KATCH, V. L. **Fisiologia do Exercício - Energia, Nutrição e Desempenho Humano**. Rio de Janeiro, Guanabara, 1986.
- McMINN, R. M. H. e HUTCHINGS, R. T. **Atlas Colorido de Anatomia Humana**. 2. ed. São Paulo, Manole, 1985.
- MELLEROWICZ, H. e MELLER, W. **Bases Fisiológicas do Treinamento Físico**. São Paulo, EPU - SPRINGER - EDUSP, 1979.
- MOUNTCASTLE, V. B. **Fisiologia Médica**. 13. ed. Rio de Janeiro, Guanabara Koogan, 1978.
- O'RAHILLY, R. **Anatomia Humana Básica**. Rio de Janeiro, Interamericana, 1985.

- PÁVEL, R. de C. **Nota de Aula Confeccionada para o Curso de Treinamento da Natação**. Rio de Janeiro, s.d.
- POGLIANI, G. **Novo Atlas do Corpo Humano**. São Paulo, Círculo do Livro, s.d.
- RASCH, Philip J. e BURKE, Roger K. **Cinesiologia e Anatomia Aplicada - A Ciência do Movimento Humano**. 5. ed. Rio de Janeiro, Guanabara Koogan, 1986.
- RODRIGUES, C. E. C. **Musculação: Teoria e Prática**. 2. ed. Rio de Janeiro, Sprint, 1985.
- RODRIGUES, Carlos E. C. e CARNAVAL, Paulo E. **Musculação: Teoria e Prática**. 2. ed. Rio de Janeiro, Sprint, 1986.
- SETTINERI, L. I. C. **Biomecânica - Noções Gerais**. Rio de Janeiro e São Paulo, Atheneu, 1988.
- SETTINERI, L. I. C. e RODRIGUES, R. B. **Fundamentos de Cinesiologia**. 2. ed. Porto Alegre, Movimento, 1976.
- SOUZA, R. R. de. **Anatomia para Estudantes de Educação Física**. Rio de Janeiro, Guanabara Koogan, 1982.
- SPALTEHOLZ, W. **Atlas de Anatomia Humana**. Barcelona, Editorial Labor, 1975.
- STARCK, A. R. **Abuse of the overload principle: a physiological basis for cycling**. National Strength & Conditioning Association Journal. NSCA, Lincoln 4 (1): 36-37, 1982.
- TAVARES, P. et alii. **Fisiologia Humana**. Rio de Janeiro, São Paulo, Atheneu, 1984.
- TUBINO, M. J. G. **Metodologia Científica do Treinamento Desportivo**. 8. ed. São Paulo, Ibrasa, 1979.
- WARWICK, R. & WILLIAMS, P. L. Gray. **Anatomia**. 35. ed. Rio de Janeiro, Guanabara Koogan, 1979.
- WEINECK, J. **Anatomia Aplicada ao Esporte**. 3. ed. São Paulo, Manole, 1986.
- WIRHED, R. **Atlas de Anatomia do Movimento**. Rio de Janeiro, Manole, 1986.
- WOLF-HEIDEGGER. **Atlas de Anatomia Humana**. 5. ed. Rio de Janeiro, Guanabara Koogan, 1981.
- YESSIS, M. **The soviet esports training system - the yearly cycle**. National Strength & Conditioning Association Journal. NSCA, Lincoln 3 (6): 15-21, 1982.b

7. Referências Bibliográficas

- ASTRAND, Per-Olof e RODAHL, Kaare. **Tratado de Fisiologia do Exercício**. 2. ed. Rio de Janeiro, Interamericana, 1980.
- CASTRO, S. V. de. **Anatomia Fundamental**. 2. ed. São Paulo, McGraw-Hill do Brasil, 1976.
- COUNSILMAN, J. E. **A Natação**. Rio de Janeiro, Lial, 1980.
- DANIELS, L. e WORTHINGHAM, C.. **Provas de Função Muscular - Técnicas de Exame Manual**. 5. ed. Rio de Janeiro, Guanabara, 1987.
- GARDNER, Weston D. e OSBURN, William A. **Anatomia do Corpo Humano**. 2. ed. São Paulo, Atheneu, 1980.
- GRAY, H. & GOSS, C. M. **Anatomia**. 29. ed. Rio de Janeiro, Guanabara Koogan, 1977.
- GUIDA, S.; ARAÚJO, C. G. S. & PÁVEL, R. de C. **Nota de Aula Confeccionada para o Curso de Ciência da Flexibilidade Aplicada à Atividade Física**. Rio de Janeiro, s.d.
- KENDALL, F. P. e Mc CREARY, E. K. **Músculos - provas e funções**. 3. ed. São Paulo, Manole, 1987.
- POGLIANI, G. **Novo Atlas do Corpo Humano**. São Paulo, Círculo do Livro, s.d.
- RASCH, Philip J. e BURKE, Roger K. **Cinesiologia e Anatomia Aplicada - A Ciência do Movimento Humano**. 5. ed. Rio de Janeiro, Guanabara Koogan, 1986.
- SETTINERI, L. I. C. **Biomecânica - Noções Gerais**. Rio de Janeiro e São Paulo, Atheneu, 1988.
- SETTINERI, L. I. C. e RODRIGUES, R. B. **Fundamentos de Cinesiologia**. 2. ed. Porto Alegre, Movimento, 1976.
- SOUZA, R. R. de. **Anatomia para Estudantes de Educação Física**. Rio de Janeiro, Guanabara Koogan, 1982.
- TUBINO, M. J. G. **Metodologia Científica do Treinamento Desportivo**. 8. ed. São Paulo, Ibrasa, 1979.

WEINECK, J. **Anatomia Aplicada ao Esporte**. 3. ed. São Paulo, Manole, 1986.

WIRHED, R. **Atlas de Anatomia do Movimento**. Rio de Janeiro, Manole, 1986.