

4. MÉTODOS ESPECÍFICOS DE ANÁLISE DE POSTURA UTILIZADOS PELA ERGONOMIA

De acordo com IIDA (1990), durante uma jornada de trabalho, um trabalhador pode assumir centenas de posturas diferentes. Em cada tipo de postura, um diferente conjunto de musculatura é acionado. Uma simples observação visual (assistemática) não é suficiente para se analisar estas posturas detalhadamente. Foram desenvolvidas então, diversas técnicas para o registro e a análise da postura.

4.1 Modelos Fisiológicos

COUTO (1995), diz que, como qualquer outra máquina, a máquina humana gasta energia durante suas atividades laborativas. Este dispêndio precisa ser adequadamente ressuprido caso queiramos mantê-la no seu funcionamento mais adequado. No entanto, alimentação suficiente em quilocalorias não quer dizer alimentação sadia. À medida que o trabalhador se torna mais e mais qualificado, menos problemas terá com o ressuprimento de quilocalorias e nutrientes gastos no trabalho, e mais problemas irão aparecer com o ressuprimento excessivo e qualitativamente errado, que contribuem para a obesidade e para o aparecimento de doenças das artérias.

IIDA (1990) diz que o metabolismo é o estudo dos aspectos energéticos do corpo humano. A energia do corpo é proveniente da alimentação. Uma parte da alimentação é usada para a construção de tecidos e a outra como combustível. Uma parte desse combustível destina-se a manter o próprio organismo funcionando, ou seja, constituem perdas internas. O excedente pode acumulado como gorduras ou usado para trabalho externo.

O autor cita ainda que do ponto de vista energético, o organismo humano pode ser comparado a uma complexa máquina térmica. Os alimentos sofrem diversas transformações químicas no organismo e se transforma no combustível chamado glicogênio, que é oxidado numa reação exotérmica, gerando energia, e dando como

sub-produtos calor, dióxido de carbono e água, que devem ser eliminados pelo organismo. Esse processo é chamado de metabolismo.

No metabolismo basal, os órgãos internos do organismo estão em constante funcionamento e consomem energia, mesmo com o corpo em completo repouso. Chama-se metabolismo basal a energia necessária apenas para manter uma pessoa viva, sem realizar nenhum trabalho externo.

Segundo o autor, a alimentação humana é composta principalmente de proteínas carboidratos e gorduras. Todos são compostos de carbono, hidrogênio e oxigênio, sendo que as proteínas diferem por conterem também nitrogênio. As proteínas são decompostas pelo organismo em aminoácidos e hidrocarbonetos. Os aminoácidos, contendo nitrogênio, são usados na construção dos tecidos e os hidrocarbonetos são energéticos que se juntam aos carboidratos e gorduras.

Com relação aos músculos, o autor diz que a sua capacidade de realizar exercícios pesados e prolongados depende diretamente da quantidade de glicogênio armazenado inicialmente no músculo, porque a sua reposição é mais lenta que o consumo. Em alguns casos, em 2 horas de trabalho pesado, o músculo pode ficar completamente exaurido. Descobriu-se que alimentos ricos em carboidratos tendem a armazenar mais glicogênio nos músculos do que proteínas e gorduras, aumentando a capacidade de trabalho.

Segundo COUTO (1995), lipídios e carboidratos se constituem nas principais formas de energia de nosso organismo. É a quebra destas fontes de energia que fornece as moléculas de ATP (trifosfato de adenosina) necessárias para o aporte de energia para todos os músculos e células em atividade. As proteínas contribuem com uma parcela pequena do fornecimento de energia para a atividade metabólica, exceto em situações excepcionais (doenças, desnutrição, jejum ou excesso de produção endógena do hormônio hidrocortisona).

Para utilizar os lipídios como fontes de energia, é necessário uma quantidade muito maior de oxigênio do que para a metabolização dos carboidratos. Os lipídios só serão utilizados como fontes de energia à medida que houver um fornecimento adequado de oxigênio. Ao contrário, em toda situação em que houver pouca disponibilidade de oxigênio, o músculo tenderá a utilizar os carboidratos.

A figura 62, demonstra a utilização de carboidratos X lipídios como fonte de energia. No início da atividade, predomina a utilização de glicogênio de forma anaeróbica, porque os reservatórios de oxigênios da célula são praticamente inexistentes.

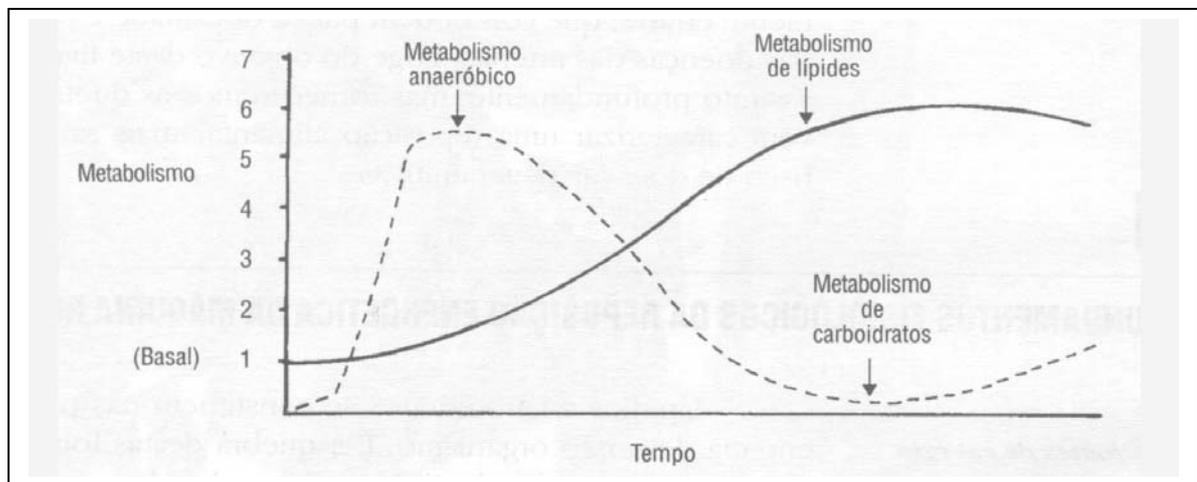


Figura 62 – Utilização de carboidratos X lipídios como fonte de energia
Fonte: COUTO (1995)

À medida que o trabalho vai sendo executado, o coração passa a bombear sangue para os músculos em quantidade suficiente para fornecer oxigênio, e faz com que o músculo passe a utilizar a energia obtida através da quebra dos lipídios; neste ponto começa a haver uma inversão: os carboidratos deixam de ser a fonte principal de energia e os lipídios passam a sê-la.

Com o passar do tempo, se o esforço físico exigir muito do coração, este diminui sua capacidade de bombeamento e o oxigênio disponível para o músculo começa a se tornar escasso. Nesse ponto, há uma tendência a se inverter a curva, voltando a ocorrer um predomínio na utilização de carboidratos, e uma queda na utilização de

lipídios. Se esta atividade perdurar por mais tempo, poderá acontecer de o oxigênio disponível ser suficiente apenas para a metabolização de carboidratos.

Diante de um mesmo esforço físico, indivíduos mais jovens terão tendência a utilizar, de preferência, os lipídios como fonte de energia. Com o aumento da idade, para o mesmo esforço, o indivíduo tenderá a utilizar carboidratos.

As bases fisiológicas para esta conclusão são:

- com o envelhecimento, a capacidade aeróbica do indivíduo cai, favorecendo o metabolismo dos carboidratos;
- com o envelhecimento, o indivíduo diminui sua atividade física, e com isso sua capacidade aeróbica tende a decrescer;
- Com o envelhecimento, o indivíduo tem uma diminuição dos níveis de hormônios cujos efeitos são de favorecer a utilização de lipídios e diminuir a utilização de carboidratos (hormônio somatotrófico e hormônios sexuais).

Os carboidratos e, particularmente o glicogênio muscular, são a principal fonte de energia para proporcionar ao indivíduo condições de desenvolver sua capacidade máxima de trabalho; o exemplo claro disso é que indivíduos com alto conteúdo de glicogênio muscular conseguem realizar um trabalho pesado durante mais tempo do que aqueles cujos músculos possuem pouco glicogênio.

O cérebro é um dos únicos tecidos do organismo humano incapaz de armazenar substâncias energéticas. Seu alto grau de especialização não lhe permite este tipo de função. Todas as fontes de energia para sua atividade têm que estar chegando a ele constantemente; no sangue que o circula. A glicemia (ou glicose no sangue) cumpre exatamente este papel. Assim quedas importantes dos níveis de açúcar no sangue podem comprometer significativamente a função cerebral, com o conseqüente comprometimento de todo organismo.

Os lipídios são considerados como a forma ideal de reserva de energia do organismo, pelas seguintes razões:

- possuem uma grande quantidade de energia por unidade de peso;
- podem ser depositados em qualquer pequeno espaço;
- possuem grande estabilidade em sua forma de armazenamento;
- podem ser usados facilmente;
- o custo da estocagem e da mobilização dos mesmos é mínimo.

Os primeiros lipídios a serem utilizados pelos músculos são aqueles que estão depositados nos próprios músculos.

A sua mobilização dos depósitos extramusculares, indo até o sangue e daí até os músculos, é precoce durante o trabalho. A mobilização nas fases posteriores é favorecida pela queda dos níveis de glicose no sangue e é diminuída pela acidificação do pH sanguíneo; no entanto, como durante a utilização de glicogênio a produção de ácido lático vai diminuindo (por redução da atividade anaeróbica), os lipídios passam a ter, então, condições totais de serem mobilizados até o sangue e daí até as células.

Se o glicogênio estiver sendo metabolizado aerobicamente, menos ácido lático será formado, e então haverá maior possibilidade de uso dos ácidos graxos. Este é um dos fatores que explica porque os indivíduos com maior capacidade aeróbica utilizam lipídios em maior quantidade, como fonte de energia.

IIDA (1990) lembra que outro fator limitante da capacidade de trabalho é o abastecimento de oxigênio nos músculos. Pessoas treinadas ao exercício físico apresentam uma maior capacidade pulmonar e também uma melhor irrigação sanguínea dos músculos através dos capilares, que favorecem o abastecimento de oxigênio e a remoção dos subprodutos do metabolismo.

4.2 Diferenças entre o trabalho muscular estático e dinâmico

Segundo OLIVER et al. (1998), durante o trabalho estático há aumento de pressão no interior da massa muscular, a qual comprime os vasos sanguíneos, diminuindo o fluxo de sangue proporcionalmente à força de contração. Quando a força aplicada atinge 60% da força máxima, o suprimento sanguíneo cessa completamente; o músculo então não recebe nem açúcar nem oxigênio do sangue e precisa consumir suas próprias reservas.

O trabalho muscular estático é menos eficiente (maior consumo de energia para esforços menores) do que o trabalho muscular dinâmico.

Quanto ao trabalho dinâmico, autor cita que nele, a contração do músculo é ritmicamente seguida pelo relaxamento. A contração causa uma saída do sangue do músculo, e subsequente relaxamento permite um renovado fluxo de sangue. Isto aumenta a circulação sanguínea em tal extensão que o músculo recebe até 20 vezes mais sangue durante o trabalho dinâmico do que a atividade estática. Durante o trabalho dinâmico, o músculo recebe um bom suprimento de açúcar e oxigênio, os quais são ricos em energia, e os catabólitos são prontamente removidos. Contanto que um ritmo adequado seja escolhido, o trabalho muscular dinâmico pode ser executado por um longo período sem fadiga.

COUTO (1995), ainda situações biomecanicamente incorretas e suas conseqüências, que são:

1. Todas as situações em que o trabalhador tenha de fazer grande força física – mesmo que entre aqueles indivíduos dotados de maior capacidade de força muscular, contar com a máquina humana fazendo força física é inadequado e antiergonômico; seus resultados são:

- Distensões músculo-ligamentares – mais comuns nos músculos que se inserem nos ossos através de fâscias (tecidos frágeis), e não através de tendões (estruturas mais preparadas para fazer força);
 - Compressão de estruturas nervosas – é o caso das mãos, em que o esforço repetitivo e intenso de prensão ocasiona compressão das ramificações do nervo mediano, que emerge para a mão exatamente na região de sua base;
 - Desinserção da extremidade de fixação do tendão no osso – é o caso do músculo extensor radial do carpo, que se insere no cotovelo, numa região de inserção muito pequena, desproporcional para o calibre da força do músculo; esforços repetitivos e intensos com este músculo poderão ocasionar o quadro de epicondilite lateral.
2. Todas as condições de esforço estático ou isométrico. A consequência primária chama-se fadiga muscular, em que ocorre dor no segmento afetado devido ao acúmulo do ácido láctico. A fadiga pode acarretar também o aparecimento de tremores, que contribuem para a ocorrência de erros na execução das atividades.

As 10 situações de esforço estático mais comuns no trabalho são:

- Trabalhar com o corpo fora do eixo vertical natural;
- Sustentar cargas pesadas com os membros superiores;
- Trabalhar rotineiramente equilibrando o corpo sobre um dos pés, enquanto o outro aperta um pedal;
- Trabalhar com os braços acima do nível dos ombros;
- Trabalhar com os braços abduzidos de forma sustentada (posição de “asas abertas”);
- Realizar esforços de manusear, levantar ou transportar cargas pesadas;
- Manter esforços estáticos de pequena intensidade, porém durante um grande período de tempo como, por exemplo, trabalhar com terminal de vídeo de

computador muito elevado leva a esforço estático e fadiga dos músculos do trapézio;

- Trabalhar sentado, porém sem utilizar o apoio para o dorso, sustentando o tronco através de esforço estático dos músculos das costas;
 - Trabalhar sem apoio para os antebraços, e tendo que sustenta-los pela ação dos músculos dos braços;
 - Trabalhar de pé, parado.
3. Todas as posições em que, ao fazer um esforço físico, à distância da potencia ao ponto de apoio esteja muito pequena e a distância da resistência ao ponto de apoio esteja muito longa.
 4. Todas as situações de desagregação do esforço muscular, isto é, quando o indivíduo tem de fazer um esforço lento, sob controle, de sentido contrário ao que seria a ação motora natural como, por exemplo, colocar uma caixa pesada no chão de forma lenta.

4.3 Modelos psicofísicos

Segundo DINIZ (1999), citando o trabalho de KROEMER (1994), os modelos psicofísicos combinam medições físicas e avaliações subjetivas da tensão percebida. Eles fornecem previsões das capacidades e limitações durante a movimentação manual de materiais. Estes métodos são baseados no conceito de que as capacidades humanas são sinergicamente determinadas pelas capacidades corporais, de percepção e opinião.

CAILLIET (1979) cita o exemplo da postura, em que todos os padrões são assumidos na infância para obter resultados reais ou imaginários para formarem um padrão que se torna quase inconsciente. O padrão não é somente psíquico, mas gradativamente molda os tecidos em padrões somáticos que permanecem como monumento estrutural da moldagem psíquica inicial. Ao ser atingida a idade da razão ou de realização, a postura está em grande parte rígida em sua composição estrutural e profundamente estabelecida no subconsciente. Sem um desejo extremo e persistente de mudar, a postura se tornará uma característica permanente.

Segundo o autor, os padrões que retratam o quadro dos sentimentos interiores podem ser adquiridos mais tarde na vida. O paciente cansado e deprimido entrará no consultório andando como se sente, e de modo a tornar óbvio para todos com é que se sente. O paciente pode até esperar que desta maneira despertará complacência. A maneira de responder às perguntas fortalece a impressão tida ao observar o porte e a deambulação. O tom é monótono e a fala sem inflexão. O aperto de mão frouxo, cansado, fraco e sem entusiasmo. A infelicidade deste tipo de paciente é a adesão e perseverança ativas em manter seu estado de espírito, que se revoltará contra o tratamento prescrito para o problema postural diagnosticado. De um paciente assim não se pode esperar qualquer esforço prolongado.

Por outro lado, o paciente super ativo, que reage exageradamente com seu esforço de mão esmagador, não é de difícil avaliação. A atividade muscular errática e descoordenada deste indivíduo freqüentemente o leva a esforços desnecessários e

excessivos, mas suas articulações e ligamentos estão despreparados para este movimento brusco é desconexo, resultado daí uma incapacidade.

DINIZ (1999) também cita WATERS et al. (1992) comentando que a psicofísica é um ramo da psicologia que examina a relação entre a percepção das sensações humanas e o estímulo físico. Segundo o autor, um nível presente de stress físico dos trabalhadores pode ser associado pelo seu julgamento subjetivo ou percepção desse tipo de stress. Ou seja, a percepção da carga de trabalho pelos trabalhadores é usada para avaliar os efeitos combinados de estresses fisiológicos e biomecânicos criados por vários fatores no manejo de materiais. Estudos típicos da capacidade da movimentação manual de materiais consistem em medições de níveis aceitáveis da carga de trabalho em vários tipos de tarefa e por vários trabalhadores. Assim os resultados são geralmente fornecidos em tabelas de pesos aceitáveis ao se levantar ou transportar (carregar) ou forças aceitáveis ao se puxar ou empurrar coisas. Estas medidas psicofísicas estão contidas em bases de dados que fornecem cargas de trabalho aceitáveis por vários segmentos da população. O uso de dados psicofísicos para avaliar as demandas físicas da movimentação manual de materiais é mais apropriado para atividades repetitivas que são desempenhadas freqüentemente por mais de um minuto. Dados que contém medidas gerais da intensidade do corpo e de segmentos também tem sido desenvolvidos para o design (projeto) de tarefas que envolvem o manejo manual de materiais. Estes incluem dados de intensidade isométrica, isocinética e isoinercial para as atividades do corpo em geral, tal como levantamento de materiais e vários dados dos braços, pernas e costas.