UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
FACULDADE DE EDUCAÇÃO FÍSICA E DANÇA
CURSO DE LICENCIATURA EM EDUCAÇÃO FISICA

MARCOS GABRIEL CAMARANO RAMALHO CAMARA

ANÁLISE DO ARCO PLANTAR EM ADOLESCENTES TÍPICOS.

GOIÂNIA
2022

UFG

UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
FACULDADE DE EDUCAÇÃO FÍSICA E DANÇA

TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR VERSÕES ELETRÔNICAS DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO DE GRADUAÇÃO NO REPOSITÓRIO INSTITUCIONAL DA UFG

Na qualidade de titular dos direitos de autor, autorizo a Universidade Federal de Goiás (UFG) a disponibilizar, gratuitamente, por meio do Repositório Institucional (RI/UFG), regulamentado pela Resolução CEPEC no 1240/2014, sem ressarcimento dos direitos autorais, de acordo com a Lei no 9.610/98, o documento conforme permissões assinaladas abaixo, para fins de leitura, impressão e/ou download, a título de divulgação da produção científica brasileira, a partir desta data.

O conteúdo dos Trabalhos de Conclusão dos Cursos de Graduação disponibilizado no RI/UFG é de responsabilidade exclusiva dos autores. Ao encaminhar(em) o produto final, o(s) autor(a)(es)(as) e o(a) orientador(a) firmam o compromisso de que o trabalho não contém nenhuma violação de quaisquer direitos autorais ou outro direito de terceiros.

1. Identificação do Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação (TCCG)

Nome(s) completo(s) do(a)(s) autor(a)(es)(as): Marcos Gabriel Camarano Ramalho Camara

Título do trabalho: Análise do arco plantar em adolescentes típicos

2. Informações de acesso ao documento (este campo deve ser preenchido pelo orientador) Concorda com a liberação total do documento [x] SIM [ ] NÃO[1]

[1] Neste caso o documento será embargado por até um ano a partir da data de defesa. Após esse período, a possível disponibilização ocorrerá apenas mediante: a) consulta ao(à)(s) autor(a)(es)(as) e ao(à) orientador(a); b) novo Termo de Ciência e de Autorização (TECA) assinado e inserido no arquivo do TCCG. O documento não será disponibilizado durante o período de embargo.

Casos de embargo:

- Solicitação de registro de patente;
- Submissão de artigo em revista científica;
- Publicação como capítulo de livro.

Obs.: Este termo deve ser assinado no SEI pelo orientador e pelo autor.

sei! assinatura eletrônica

Documento assinado eletronicamente por **Fernanda Grazielle Da Silva Azevedo Nora**, **Professora do Magistério Superior**, em 28/03/2022, às 21:15, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020.

sei! assinatura eletrônica

Documento assinado eletronicamente por **MARCOS GABRIEL CAMARANO RAMALHO CÂMARA**, **Discente**, em 28/03/2022, às 21:23, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020.

A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ufg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **2783286** e o código CRC **1E03CB00**.

Referência: Processo nº 23070.015154/2022-91 SEI nº 2783286

MARCOS GABRIEL CAMARANO RAMALHO CAMARA

ANÁLISE DO ARCO PLANTAR EM ADOLESCENTES TÍPICOS.

Monografia apresentada na Faculdade Educação Física e Dança da Universidade Federal de Goiás como requisito parcial para obtenção do grau de Licenciatura em Educação Física.

Orientadora: Profa. Dra. Fernanda Grazielle da Silva Azevedo Nora

GOIÂNIA
2022

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do
Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UFG.

Camara, Marcos Gabriel Camarano Ramalho
An[alise do arco plantar em adolescentes típicos [manuscrito] / Marcos Gabriel Camarano Ramalho Camara. - 2022.
XXVIII, 28 f.: il.

Orientador: Prof. Dr. Fernanda Grazielle da Silva Azevedo Nora.
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal de Goiás, Faculdade de Educação Física e Dança (FEFD), Educação Física, Cidade de Goiás, 2022.
Bibliografia.
Inclui gráfico, tabelas.

1. Indice do arco plantar. 2. biomecanica. 3. pressão plantar. 4. Pé. 5. Desenolvimento Motor. I. Nora, Fernanda Grazielle da Silva Azevedo , orient. II. Título.

CDU 796

UFG

UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
FACULDADE DE EDUCAÇÃO FÍSICA E DANÇA

ATA DE DEFESA DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Na data de **28/03/2022,** às **20 horas**, de forma **virtual,** por meio de **videoconferência via Zoom**, iniciou-se a sessão pública de defesa do Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) intitulado **"Análise do arco plantar em adolescentes típicos"**, de autoria de **Marcos Gabriel Camarano Ramalho Camara**, do curso de **Educação Física - Licenciatura**, da Faculdade de Educação Física e Dança da UFG. Os trabalhos foram instalados pela **Profa. Dra. Fernanda Grazielle da Silva Azevedo Nora - orientadora FEFD/UFG** com a participação da demais membros da Banca Examinadora: **Thamara Cardoso Jacob - Secretaria Municipal de Educação de Senador Canedo e mestranda (PPGEF/FEFD /UFG)**. Após a apresentação, a banca examinadora realizou a arguição do(a) estudante. Posteriormente, de forma reservada, a Banca Examinadora atribuiu a nota final de **9,0 (nove)**, tendo sido o TCC considerado aprovado.

Proclamados os resultados, os trabalhos foram encerrados e, para constar, lavrou-se a presente ata que segue assinada pelos Membros da Banca Examinadora.

sei! assinatura eletrônica

Documento assinado eletronicamente por **Fernanda Grazielle Da Silva Azevedo Nora**, **Professora do Magistério Superior**, em 28/03/2022, às 21:13, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020.

sei! assinatura eletrônica

Documento assinado eletronicamente por **THAMARA CARDOSO JACOB**, **Usuário Externo**, em 28/03/2022, às 21:16, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020.

A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ufg.br /sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **2783285** e o código CRC **6E12458E**.

Referência: Processo nº 23070.015154/2022-91 SEI nº 2783285

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, agradeço minha orientadora Profa. Dra. Fernanda Grazielle da Silva Azevedo Nora que, apesar de fazer uma viagem para outro país, deu todo suporte e auxilio ao meu trabalho. Buscou me orientar em busca de excelência, sanar duvidas e me manter calmo.

Agradeço, também, o apoio dos meus pais, meu irmão e da minha esposa, que acreditaram e me ajudaram durante todo o processo. Me fizeram não desistir do curso, em meios as dificuldades e a uma pandemia mundial, foi tenso, mas deu certo.

RESUMO

O pé tem uma importância muitas vezes não percebida pelas pessoas, seja por não conhecer as funções ou pela rotina corrida do dia a dia. Além disso, com a modernidade e facilidades criadas pelo homem, como sapatos mais confortáveis, meios de transportes que evitam o caminhar e aparelhos que fazem com que o ato de se sentar seja mais presente, o pé pode ser prejudicado em seu desenvolvimento. Outro ponto que pode ter influenciado, ou não, o não desenvolvimento correto do arco plantar é a pandemia da covid-19, que fez todos ficassem em suas casas, quase sem se movimentar no dia. Este estudo teve por objetivo analisar o índice de arco plantar e distribuição de pressões plantares em crianças em estágio de transição da pré-adolescência (10 anos) para adolescência (12 anos). Para tal, foram selecionadas 7 crianças da faixa etária selecionada, de ambos os sexos e que não tivessem alteração musculoesquelética no pé. Essas crianças fazem parte da turma de funcional existente no condomínio escolhido. Para obter os dados foi utilizado uma plataforma de pressão plantar 50x50cm Barosccan, Podotech com 4.096 sensores capacitivos com uma frequência de amostragem de 50hz. Em conclusão, os sujeitos estudados apresentaram o arco plantar como normal (IAP: 0.23), pois apesar da diferença de idade os dois grupos são ativos, realizam atividades motoras com frequência e são estimulados a andarem descalços.

Palavras-chave: *Índice de Arco Plantar; Biomecânica; Pressão plantar; Pé; Desenvolvimento Motor*

ABSTRACT

The foot has an importance that is often not perceived by people, either because they do not know the functions or because of the daily routine. In addition, with modernity and facilities created by man, such as more comfortable shoes, means of transport that avoid walking and devices that make the act of sitting more present, the foot can be harmed in its development. Another point that may or may not have influenced the correct development of the plantar arch is the covid-19 pandemic, which made everyone stay in their homes, almost without moving during the day. This study aimed to analyze the plantar arch index and distribution of plantar pressures in children in the transition stage from pre-adolescence (10 years) to adolescence (12 years). For this, 7 children of the selected age group, of both sexes, who did not have musculoskeletal alterations in the foot, were selected. These children are part of the existing functional class in the chosen condominium. To obtain the data, a 50x50cm Barosccan, Podotech plantar pressure platform was used with 4,096 capacitive sensors with a sampling frequency of 50hz. In conclusion, the studied subjects presented the plantar arch as normal (IAP: 0.23), because despite the age difference, both groups are active, perform motor activities frequently and are encouraged to walk barefoot.

Keywords: Plantar Arch Index; Biomechanics; Plantar pressure; Foot; Motor development

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Tipos de Arcos Plantares 17
Figura 2: Cálculo do Índice de Arco Plantar, segundo Cavanagh e Rodgers,1987..... 20
Figura 3:Protocolo Experimental e plataforma de pressão Plantar Utilizada no Estudo 23

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Fases do Desenvolvimento Motor 15
Tabela 2: Tipos de pé 17
Tabela 3:Dados Antropométricos dos sujeitos participantes do estudo 22
Tabela 4: Variáveis Analisadas do comportamento das pressões plantares na base de apoio 25

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO 12

2. REVISÃO DE LITERATURA 14

2.1. Fases do desenvolvimento motor 14

2.2. Importância do pé na humanidade 16

2.3. Tipos de pé e suas diferenças 17

2.4. Fatores de influência para a formação do arco plantar 19

3. METODOLOGIA 22

3.1. Sujeitos Participantes 22

3.2. Critérios de Inclusão e Exclusão 22

3.3. Aspectos Éticos 23

3.4. Protocolo Experimental 23

3.5. Variáveis Analisadas 24

3.6. Análise Estatística 24

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO 25

CONCLUSÃO 27

REFERÊNCIAS 29

1. INTRODUÇÃO

Os seres humanos passaram por anos de evolução até chegarem aonde estão atualmente, foi criado vários maquinários e tecnologias que facilitasse o homem a modificar a natureza. Mas, uma coisa importante aconteceu antes disso tudo, sendo ela o ato de ficar em posição ereta, fator que nenhum outro animal consegue com tamanha facilidade e por tempos prolongados (o tempo todo).

Um dos motivos que levaram a essa conquista foi o aprimoramento do pé, que desempenha papel fundamental na ação de movimentar-se e ficar parado. O pé é formado por ossos minúsculos e que suporte um grande peso sem se quebrar, feito permitido pela capacidade de absorver impactos.

Aprofundando na complexidade dessa parte do corpo é possível encontrar o arco plantar, região de arco abaixo do pé que promove a absorção do impacto e sustentação do corpo. Entretanto, para sua eficiência é preciso desenvolvê-lo através de atitudes externas. Os bebes nascem com o arco baixo (pé plano) e com o passar dos anos, o arco vai “subindo” até ficar no ponto considerado normal. (Beatriz Minghelli et. al. 2011; Geovanna Avelar S. , 2012)

Existem alguns fatores que podem influenciar negativamente a maturidade desse arco, sendo eles o peso, uso excesso de calcados, idade, sexo e praticar atividade física. Mas, ainda não foi possível determinar com exatidão até onde esses fatores realmente podem determinar o desenvolvimento ou não do arco plantar.

A falta de estimulo muscular nos membros inferiores decorrido da falta de atividade física, pode levar a não “subida” do arco plantar, tornando assim um pé plano. Na pandemia da Covid-19 isso é algo que pode ter ocorrido com a maioria das crianças, pois o período longo de isolamento e restringindo seus movimentos fora de casa, tornaram um ambiente favorável para prejudicar o desenvolvimento correto dos pés. Mas, não é algo exato, sendo preciso ter uma pesquisa mais afundo sobre o tema.

Além do arco plantar, é importante observar a distribuição das pressões plantares, ou seja, pressão exercida em cada parte do pé no ato de ficar na posição bípede. O pé é dividido em antepé, mediopé e o retropé (calcanhar), ideal era que a pressão plantar fique distribuída igualmente entre as partes, sem sobrecarregar ou desgastar nenhuma. Ao descobrir isso, pode ser feito uma intervenção para evitar problemas nas pernas ou dores no futuro.

Logo, o objetivo deste estudo é analisar o comportamento do pé na faixa etária de 10 (pre adolescente) a 12 anos (adolescente), bem como o tipo de pé encontrado, o índice do arco plantar e as distribuições plantares. A escolha da faixa etária foi devido a minha paixão por crianças e ver a felicidade dos mesmos ao evoluírem num exercício ou movimento especifico.

O primeiro capítulo apresenta a revisão de literatura com base em livros, monografias e artigos científicos com essa temática. Foi mencionado também aspectos gerais sobre o desenvolvimento motor e como há o desenvolvimento dele no decorrer do tempo.

No segundo capítulo, foram apresentadas as características metodológicas utilizadas para construção do trabalho.

No terceiro capítulo são apresentados os resultados obtidos no estudo, e a discussão tendo como referência apenas o comportamento do arco plantar em pré-adolescente para adolescentes.

Para a pesquisa foi selecionado 7 crianças de ambos os sexos que estavam dentro do condomínio de atuação do autor. Todos os indivíduos participam da turma de funcional existente no local e que teve inicio no meio da pandemia do covid-19.

O resultado dos adolescentes alcançados foi de pé normal, ou seja, arco plantar bem desenvolvido e com uma distribuição plantar parecida entre os grupos, com concentração na região do retro pé.

2. REVISÃO DE LITERATURA

Neste capítulo será abordado o conceito base do desenvolvimento motor, suas mudanças encontradas durante os anos e as variáveis que influenciam positivamente e negativamente. Para um melhor entendimento de todos os pontos relacionados ao desenvolvimento motor, foi separado em três tópicos essenciais. Também abordará as funções exercidas pelo pé, bem como a formação do arco plantar e fatores que influenciam seu amadurecimento no passar dos anos da vida humana. Importante mencionar que esses fatores são relacionados com as atitudes da pessoa no meio externo. Para um melhor entendimento de todos os pontos relacionados às influências sofridas ou não pelo arco plantar, foi separado em três tópicos essenciais.

No primeiro tópico, além do conceito do desenvolvimento motor, foi citado também as fases do desenvolvimento motor que se baseia na idade cronológica da pessoa, sendo assim, existe um "padrão" de desenvolvimento a ser seguido.

Entretanto, focar somente em idade como fator determinante do desenvolvimento motor é simplificar um processo tão complexo. Tendo isso em mente, os dois tópicos seguidos focaram em outros fatores, ate mais importante que propriamente a idade, que influencia diretamente o desenvolvimento individual.

No segundo tópico, além de mencionar as funções do pé, foi citado também à teoria vinculada à idade que se dá o amadurecimento das habilidades motoras fundamentais e do arco plantar. Tendo em vista que, toda criança nasce com o arco longitudinal medial exatamente igual.

O ângulo encontrado no arco plantar será o que determinará o tipo do pé da pessoa e as possíveis consequências dos mesmos. Vale ressaltar que dependendo do tipo é possível fazer uma intervenção e melhorar ou acabar com anomalias encontradas no futuro.

No tópico subsequente são mencionados os fatores que podem influenciar a formação do arco plantar. Sendo eles o peso corporal, idade cronológica, tônus muscular dos membros inferiores, gênero e atividades físicas.

2.1. Fases do desenvolvimento motor

O desenvolvimento motor pode ser definido como um processo de modificações da capacidade funcional, saindo de movimentos desorganizados e

rudimentares para movimentos cada vez mais refinados e organizados. Pense na capacidade funcional como a movimentação diária do ser humano, seja ele mais velho ou mais novo, a diferença entre eles será apenas o nível técnico e o repertório de habilidades (GALLAHUE, 2013). Sendo assim, o nosso corpo está sempre num constante ciclo de equilíbrio e desequilíbrio (Willrich A. et. al 2009), permitindo uma evolução das habilidades motoras.

Pensando nesse processo contínuo, é possível pontuar diversos fatores que influenciam o desenvolvimento motor, através das interações que ocorre entre a pessoa e o ambiente e com seu próprio interior, trazendo benefícios ou malefícios ao seu desenvolvimento. O primeiro fator que pode ser citado é a idade cronológica do indivíduo, conforme a idade avança nosso repertório motor também avança. Essa relação, idade x desenvolvimento, foi estudada e detalhada a ponto de ser formulada uma tabela sequencial de habilidades motoras naturais, ou seja, ao chegar naquela faixa etária, adquirimos movimentos padrões, como Gallahue e Ozmun (2005) propõem na tabela 1.

Tabela 1: Fases do Desenvolvimento Motor

FASE	IDADE	CARACTERÍSTICAS	TIPO DE MOVIMENTO
Motora Reflexiva	04 (quatro) meses a 01 (um) ano.	Através dos reflexos, o bebê vai obtendo informações sobre o ambiente ao seu redor.	Involuntário.
Movimentos Rudimentares	01 (um) a 02 (dois) anos	Movimentos estabilizadores com uma sequência previsível.	Voluntário.
Movimentos Fundamentais	02 (dois) a 07 (sete) anos	Período que as crianças pequenas estão envolvidas ativamente na exploração e experimentando suas capacidades motoras.	Voluntário.
Movimentos Especializados	07 (sete) a 14 (quatorze) pra cima	É o refinamento de todas as habilidades motoras anteriores, seja de estabilização, locomoção ou manipulação.	Voluntário.

Fonte: Adaptado de Gallahue e Ozmun,2005

É de suma importância entender as fases do desenvolvimento motor para saber o “passo a passo” a ser seguido pela criança de acordo com sua idade. Isso permite ter uma noção a “olho nu” se o indivíduo está atrasado, correto ou avançado na sua capacidade motora em relação a sua idade cronológica, o que se encaixa nesse trabalho no primeiro momento.

Entretanto, é preciso entender que a tabela 1 leva em consideração somente uma variável, descartando assim variáveis como os estímulos externos, oportunidade de exploração do ambiente, sexo e composição corporal da pessoa. Em pesquisas mais recentes é colocado o processo de desenvolvimento do movimento como uma soma entre interação social, ambiente diversificado, oportunidades vivenciadas e o ato de pensar o movimento (Arruda KMF et. al, 2009; Medina J et. al, 2010; Santos MM, Corsi C, et. al, 2013; Oliveira MLS et. al, 2013; Lima PL, 2013).

Dessa forma a idade motora muitas vezes não segue a risca a idade cronológica, podendo afirmar que o desenvolvimento motor é dependente da maturação do sistema nervoso central, do comportamento, ambiente e biologia.

2.2. Importância do pé na humanidade

O que difere o humano dos outros animais são o cérebro e a posição bípede. O cérebro pela incrível complexidade de poder trazer aos humanos a capacidade de pensar, analisar, processar, armazenar e criar coisas totalmente do zero. Mas o mais importante é o ato de adaptar o meio externo a seu favor, em vez de se adaptar ao meio externo, como os outros seres vivos fazem.

Outro ponto é a posição totalmente ereta que o corpo consegue ficar, sendo ela predominante em grande parte das nossas vidas. Essa posição deve-se principalmente a formação do nosso pé, sendo um dos mais diferentes de todo o mundo. O pé sofreu grandes alterações para garantir a responsabilidade de sustentar o corpo, proporcionar sua locomoção e absorver impactos da marcha. Pode não parecer grande coisa, mas os ossos do pé são minúsculos, carregam um grande peso e não se quebram por isso, mostrando assim sua complexidade.

Aprofundando na estrutura dessa parte do corpo, será encontrado o Arco Plantar, região localizada abaixo do pé em forma de arco devido à união dos ossos e músculos. Sua função biomecânica, quando bem desenvolvidos, é de suporte e absorção

de impacto, sendo assim aqueles que apresentam um arco plantar caído podem ter dores, deformação e dificuldade para se andar.

Toda criança, ao nascer, não apresenta o arco longitudinal formado e ainda existe divergência na possível idade que se torna completa. (Beatriz Minghelli et. al. 2011; Geovanna Avelar S. , 2012). Mas, tais diferenças no ângulo é o que diferente os pés planos, normais e cavos, sendo eles trabalhados mais adiante.

Conforme a idade vai avançando, o arco plantar vai se formando e saindo de arco baixo (plano) para um arco mais formado e levantado (normal). Entretanto, não se sabe ao certo se existe um padrão cronológico a ser seguido pela natureza (Fernando S. (2013), Arnaldo J. (2007)) e se o ambiente externo pode influenciar positivamente ou negativamente sua formação.

2.3. Tipos de pé e suas diferenças

Como mencionado, o ângulo apresentado pelo arco plantar pode ser classificado em 3 (três) categorias, os pés planos, normais e cavo. É possível ainda criar subdivisões para tornas certas pesquisas mais precisas, mas que não tem modificações significantes nas principais características dessas divisões, a tabela 2 e figura 1 apresentam os tipos de pé e suas diferenças.

Tabela 2: Tipos de pé

TIPOS	ÂNGULO DO ARCO	CARACTERÍSTICAS	PROBLEMAS
Pé Plano	Quase não possui ângulo;	Todas as partes do pé encostam-se ao chão e causa picos de pressão em certas regiões.	Dor e dificuldades para locomoção
Pé Normal	Ângulo médio	Possui as 3 partes do pé em equilíbrio ao tocar no chão e o peso do corpo é distribuído igualmente.	Sem informações de problemas.
Pé Cavo	Ângulo muito acentuado.	Somente duas partes do pé que tocam o chão.	Rigidez e menor absorção do impacto na marcha.

Fonte: Adaptado de Juliana L. e Hércules M., 2006. (Autor, 2022)

Figura 1: Tipos de Arcos Plantares

Fonte: Google, www.pessemdor.com.br, 2022

Um ponto importante de mencionar é que o pé possui três partes, o antepé (parte dos dedos), o mediopé e o retropé (parte do calcanhar). Para facilitar o entendimento dos tipos de pé, serão apresentados alguns pontos para aprofundar em suas diferenças. O pé plano é o primeiro cuja qual se vem ao mundo, onde toda a parte de baixo do pé toca no chão. Isso acontece porque o arco plantar ainda não está formado completamente, principalmente pela falta de estimulo muscular nos membros inferiores. Em crianças e adultos pode causar dores no local, alguma deformação ou até mesmo dificuldade para move-se.

Já o pé normal é considerado o ideal para os seres humanos, tem um arco médio e permite a distribuição do peso corporal igualmente entre todas as partes do pé. Não foi relatado nenhum tipo de problema a longo prazo para esse tipo e é o mais comum entre as pessoas.

Por fim, o pé cavo apresenta um ângulo acima do normal (arco alto) que faz o mediopé não tocar ao chão, Ou seja, o peso do corpo concentra demais em duas regiões e causa rigidez e pouca absorção na hora da marcha. Se não for feita nenhuma intervenção, pode resultar em dores e lesões nos dedos e calcanhar.

Mesmo após a identificação de um tipo de pé que pode levar a problemas futuros, é totalmente plausível uma execução de exercícios, cirurgia em casos mais graves, para melhorar a angulação do arco plantar. Ficando evidente que, quanto mais cedo esse diagnostico for feito, mais fácil será a intervenção, tendo em vista que as crianças estão em constante mudança e por não saber a idade correta do amadurecimento completo do arco.

2.4. Fatores de influência para a formação do arco plantar

Vários fatores são pontuados como possíveis influenciadores do arco plantar e da pressão exercida no pé, sendo eles a idade, sexo, peso corporal, tônus muscular das pernas e atividade física. Entretanto, muito se debate se realmente eles são capazes de alterar a estrutura do arco, tendo em vista algumas divergências encontradas.

Já foi comentado que os seres humanos nascem com pés planos, devido a falta de amadurecimento do arco plantar. Mas conforme a idade vai passando, estímulos aos músculos da perna vão acontecendo, o arco vai subindo e os que eram planos viram normais e até mesmo cavos (em sua minoria). Fatos confirmados na pesquisa de Engel, Staheli (1974), onde se obteve índices do arco plantar maiores (planos) nas crianças mais novas, e menores nas crianças mais velhas (normais). Outros autores confirmaram que quanto mais velho é a pessoa, mais desenvolvido é seu arco, sendo eles SÁ, el al (2001), Pereira et al (2008), Arnaldo Jose, et al (2007) e Geovanna Avelar, et al (2018).

Quanto ao peso corporal, Pfeiffer et al. (2006) e Beatriz M. et al (2011) observaram que crianças obesas ou acima do peso tendem a ter três vezes mais chances de apresentar pés planos em comparação aos eutróficos. Além disso, essas crianças apresentam picos de pressão maiores e maior área de contato do pé no solo (Filippin NT et al. 2007). Entretanto, não é algo com tanta eficiência para correlacionar o peso com pés planos, já que os mesmos apareceram em crianças não obesas (Filippin NT et al. 2007).

Em relação ao sexo, existem algumas divergências, em primeiro momento não notarão diferenças significativas nos pés das crianças com idades equivalentes (Arnaldo Jose et al. (2007) e Hernandez et al. (2007)). Outro ponto importante é que o maior índice que surgiu foi de pés normais em ambos os sexos.

Entretanto, houve uma pequena diferença quando analisado o índice de pés planos entre os gêneros, sendo que a mulheres tem uma porcentagem bem menor (as vezes zero) do que os homens, dentro de uma amostra (Geovanna Avelar, et al (2018), Coutinho et al (2011) e Pereira et al. (2008)). A teoria levantada para justificar esse resultado foi que os meninos normalmente apresentam pesos maiores do que as meninas, isso aumenta suas chances de ter pês planos como já mencionado.

Para finalizar, serão interligados dois fatores importantes, a pratica de atividade física e o tônus muscular da perna. O tônus muscular vai acontecendo conforme a idade avança e os estímulos externos acontecem, já que as crianças vão se tornando mais

curiosas e agitadas. Isso fica ainda mais nítido com o incremento das atividades físicas, seja ela qual for. Quanto mais estímulos o pé tiver, maior será a chance de diminuir o índice de pés planos e de possíveis problemas futuros.

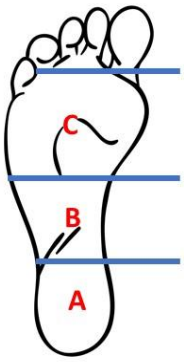
2.5. ÍNDICE DE ARCO PLANTAR E ÁREAS DO PÉ

Além dos tipos de pé baseados no ângulo do seu arco, é preciso falar também das áreas existentes nele. Tais áreas são baseadas apenas na localização no pé, sendo elas o antepé, mediopé e retropé.

O Antepé é formado pelos metatarsos e falanges. Já o mediopé é constituído pelos ossos navicular, cuboide e cuneiformes medial, intermédio e lateral. Por fim, o retropé é formado pelos ossos tálus e calcâneo.

O índice de arco plantar (IAP) ele é obtido através da razão das áreas do pé excluindo os dedos, conforme mostra a figura 2. Sendo que B é área do médiopé, A é a área do retropé e C é a área do antepé. (Cavanagh e Rodgers,1987)

Figura 2: Cálculo do Índice de Arco Plantar, segundo Cavanagh e Rodgers,1987.



$$\mathbf{IAP} = \frac{\boldsymbol{B}}{\boldsymbol{A} + \boldsymbol{B} + \boldsymbol{C}}$$

Fonte: Autor, 2022

Segundo Cavnagh e Rodgers,1987 o Índice de Arco Plantar (IAP) pode classificar o pé como IAP elevado (IAP ≤ 0,21) apresentando assim pé cavo); IAP normal (0,22 > IAP < 0,26) Apresentando assim um pé normal e IAP baixo (I arco ≥ 0,26) apresentando assim um pé plano.

O processo para quantificar e analisar o índice de arco plantar (IAP) é a plantigrafia ou plataforma de pressão plantar. Sendo o segundo equipamento mais preciso e o primeiro utilizado para uma avaliação mais qualitativa.

3. METODOLOGIA

O presente estudo teve por objetivo analisar o índice de arco plantar e distribuição de pressões plantares em crianças que se encontram transição da pré-adolescência (10 anos) para a adolescência (12 anos). A fim de compreender como acontece o comportamento do pé nesta faixa etária.

3.1. Sujeitos Participantes

Os sujeitos participantes foram constituídos de 7 crianças de ambos os sexos em que se encontravam na faixa etária de 10 a 12 anos e que não possuía nenhuma alteração musculoesquelética que interferisse no desenvolvimento do protocolo proposto. O número de crianças utilizada foi devido ao tamanho da turma de funcional preexistente no local do experimento. Estas crianças foram divididas em 2 grupos: crianças em que se encontra na pré-adolescência (G1) com idade média 10.3 anos (4 crianças) e crianças que se encontra na adolescência (G2) com idade média 13.4 anos (3 crianças). A Tabela 3 apresenta os dados antropométrico dos sujeitos participantes.

Tabela 3: Dados Antropométricos dos sujeitos participantes do estudo. Fonte, Autor 2022.

GRUPO	**IDADE (ANOS)**	**ESTATURA (CM)**	**MASSA CORPORAL (KG)**	**GENERO**
Pré-adolescência (G1)	10.3	137.75	35.75	Masculino: 0 Feminino: 4
Adolescência (G2)	13.4	153	56.3	Masculino: 3 Feminio: 1

Os dados estão expressos em média

3.2. Critérios de Inclusão e Exclusão

Como critério de inclusão era que os sujeitos se encontrassem nas duas faixas etárias propostas da pré-adolescência e adolescência. Com o objetivo de adequar e padronizar a amostra, foram determinados os seguintes critérios de exclusão: presença de disfunção neurológica que possam afetar o desempenho motor dos membros inferiores e presença de deformidades ou calos nas superfícies plantar.

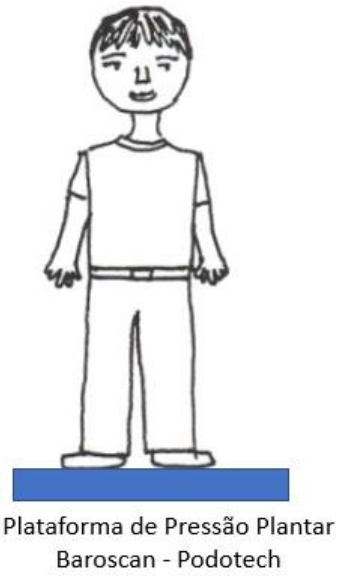
3.3. Aspectos Éticos

Os sujeitos participantes receberam a explicação prévia do objetivo e importância da pesquisa, assim como os procedimentos experimentais para a coleta de dados. Desta forma todos participaram voluntariamente e assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE). Este estudo possui aprovação no Comitê de Ética da Universidade Federal de Goiás sob o número: 2.016.908.

3.4. Protocolo Experimental

Antes de iniciar da coleta de dados, foi solicitado as crianças que ficassem descalços em apoio bipodal com os pés confortáveis respeitando sua base de apoio, parado em cima da plataforma de pressão plantar. Para iniciar a coleta, os participantes foram instruídos a ficar em pé parado olhando a um ponto fixo pré-estabelecido por um período de 60s, após o comando sonoro, conforme mostra a figura 3. O registro da pressão plantar foi obtido através de uma plataforma de pressão plantar 50x50cm Barosccan, Podotech com 4.096 sensores capacitivos com uma frequência de amostragem de 50hz.

Figura 3: Protocolo Experimental e plataforma de pressão Plantar Utilizada no Estudo



Fonte, Autor 2022

3.5. Variáveis Analisadas

Foi avaliado a distribuição de pressão plantar (dada kpa) na área plantar do pé, divididas em: retropé, mediopé e antepé. Sabe que em um pé adulto o valor do pico de pressão no retropé (calcanhar) e na região do antepé geralmente medem 350 ± 400 kPa, enquanto a região do mediopé encontra-se usualmente entre os 57 e os 73 kPa (URRY AND WEARING 2001).

O índice de arco plantar (IA) foi utilizado para determinar os parâmetros plantares, pois é comumente realizado uma divisão prévia do pé em regiões específicas de forma a obter informações mais precisas acerca dessas estruturas durante a execução de atividades estáticas e dinâmicas (CHU ET AL.,1995). Este índice foi utilizado para quantificar a altura relativa do arco plantar e determinar se ele é arco plantar baixo (pé plano), arco plantar normal (pé normal) e arco plantar alto (pé cavo). (JONELY, BRISMÉE ET AL. 2011).

3.6. **Análise Estatística**

A análise estatística foi realizada no software Minitab 19 (Minitab), foi avaliado apenas a estatística descritiva com intuído de compreender cada grupo e não os comparar. Os valores serão apresentados em valores médios.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste estudo comparou-se o Índice de Arco Plantar (IAP) e distribuições de pressões plantares em crianças que se encontra na fase da pré-adolescência (G1) e crianças que se encontram na fase da adolescência (G2) A tabela 4 apresenta os resultados referente as distribuições plantares e índice de arco plantar (IAP).

Tabela 4: Variáveis Analisadas do comportamento das pressões plantares na base de apoio

	GRUPO_G1		**GRUPO_G2**	
	Pé Direito	**Pé Esquerdo**	**Pé Direito**	**Pé Esquerdo**
Superfície de contato do pé (%)	47.47	51.82	49.33	50.67
Pressão Máxima (kgf/cm^2)	0.99	1.14	1.06	1.22
Pressão Média (kgf/cm^2)	0.21	0.26	0.25	0.29
Distribuição de Pressão Plantar – Retropé (%)	60.25	58.46	66.91	64.86
Distribuição de Pressão – Antepé (%)	39.74	42.28	33.09	35.13
Índice de Arco Plantar (IAP)	0.23	0.23	0.24	0.24

Os dados estão expressos em média

Para a superfície de contato do pé (%), quando avaliamos o pé esquerdo e pé direito do grupo G1 e grupo G2, percebemos que eles apresentam uma simetria quanto a este percentual. Portanto esta simetria contribui para a estabilidade da base de apoio e é um grande índice de controle de equilíbrio estático (SÁ et. al, 2001; PEREIRA et. al, 2008; ARNALDO JOSE, et. al, 2007; GEOVANNA AVELAR, et. al ,2018).

Já para distribuição de pressão máxima e média do pé direito e pé esquerdo dos dois grupos, percebemos que em ambos os grupos a pressão máxima e média foi maior para o pé esquerdo, sugerindo assim que os dois grupos apresentam a dominância no pé direito no qual tem mais controle dos índices de pressão plantar.

Para distribuição de pressão plantar no retropé, quando comparado com a distribuição de pressão plantar no antepé percebemos que os dois grupos (G1 e G2) apresentam maiores valores no retropé dos dois pés, mostrando assim que quando estão em equilíbrio estático (parados) tendem colocar mais pressão no retropé, tendendo a realizar uma distribuição de pressão plantar mais no retropé. Outro fator que contribui para esta diferença entre a distribuição plantar do retropé e do antepé, é que as crianças analisadas já se encontram com o andar independente maduro, ou seja, apresentam idadade superior a 7 anos que configura que todas possui um arco plantar e distribuição parecidas com a dos adultos.

Quando olhamos o índice do arco plantar entre os dois grupos, percebe-se uma semelhança, ambos com pés normais, que pode ser devido a pouca diferença de idade entre eles. Fator idade já foi mencionado anteriormente no trabalho como influenciador do arco, quanto mais velho é o individuo, maior o desenvolvimento do IAP.

Entre os pontos analisados, eram esperados resultados que confirmassem os encontrados na literatura, primeiramente mostrando a importante função do arco plantar no ato de ficar ereto. Depois entendendo os fatores que influenciam, ou não, o desenvolvimento dele, sendo a maioria dependente do meio externo e ações realizada pelos indivíduos.

As diferenças encontradas na análise quantitativa foram mínimas entre os grupos, a ponto de não ser considerado significativo. Na pressão plantar maior no grupo G2 na região do retropé é explicada pelo maior peso das crianças devido à idade. O artigo do Filippin NT et. al. (2007) corrobora com essa afirmação, onde o mesmo notou uma pressão maior no calcanhar (retropé) em crianças obesas, ou seja, quanto maior o peso, mais pressionado é a parte posterior do pé.

Já no índice de arco plantar, os participantes tiveram resultados iguais, mostrando um arco desenvolvido e o tipo normal de pé. Pode-se deduzir que isso aconteceu devido a pouca diferença de idade entre os grupos e a constante prática de atividade física entre as crianças. Existe uma ligação entre a atividade física e o tônus muscular da perna, quanto maior o estímulo, maior o desenvolvimento dele.

A atividade física não necessariamente precisa ser algum esporte ou exercício de complexidade, só o ato de correr com os amigos na rua ou de brincar na escola já é estimulo para os membros inferiores. Sendo assim, quanto mais ativo uma pessoa é, no sentido de não ficar muito parado, mais desenvolvido será seu arco plantar.

CONCLUSÃO

Os pés passou por muitas mudanças ao longo dos anos para chegar na importância que tem hoje. Graças a eles o humano pode ficar na posição bípede por tempo ilimitado, coisa que nenhum outro animal consegue. Tudo devido as funções de sustentação, locomoção e absorção de impactos que o pé promove. Para entender a complexidade desse fato, basta pensar que a estrutura desse membro é constituída por pequenos ossos e que aguentam o peso do corpo inteiro.

Além disso, durante a vida útil do individuo, o pé vai sofrendo modificações até chegar ao máximo de suas capacidades, modificações essas advindas do meio externo e ações do mesmo nesses meios. Tais mudanças são causadas no arco plantar, parte abaixo do pé que forma um arco devido aos seus ossos e músculos. Nos recém nascidos, esse arco não existe e conforme a criança vai crescendo, o arco vai se desenvolvendo, além de que, estímulos externos são auxiliadores no desenvolver

Vale ressaltar que o pé de cada pessoa muda, sendo possível ter três tipos que se diferem pelo arco plantar e também, vários ângulos. Os pés planos são aqueles que não possuem ângulo no arco plantar, ou seja, não teve estimulo suficiente para seu desenvolvimento. Já os pés normais são considerados os ideais para o humano, arco desenvolvido até o ponto médio para ter a máxima eficiência das funções. Pra finalizar, os pés cavos possuem um arco com grande elevação, com desenvolvimento que prejudica suas ações.

No estudo é visível o índice de arco plantar praticamente igual entre as crianças participantes, sendo o pé normal o tipo encontrado. Isso significa que o desenvolvimento deles está no ideal alcançável. Um dos motivos dessa resultado é o fato delas praticarem atividades físicas constantes dentro do próprio condomínio, seja entre elas mesmo, seja com um professor para auxilia-los.

Outro ponto que pode ter influenciado positivamente no desenvolvimento do arco plantar é o fato das crianças do estudo andarem muito descalços, inclusive durante os exercícios físicos. Andar descalço permite que o pé sinta as irregularidade do terreno o que causa um desenvolvimento no tônus muscular e ajuda na elevação do arco plantar.

Nas distribuições plantares é visto pequenas diferenças entre os dois grupos, sendo o G2 (mais velhos) maior que o G1 (mais novos) na região do calcanhar (retrope).

No G2, as crianças são mais velhas e maiores, resultando num peso corporal maior, o que aumenta a áreas de pressão do calcanhar e tira do antepe. Entretanto, como a diferença de idade entre eles é pequeno, o resultado não teve valores distantes.

Por fim, pode-se concluir que o desenvolvimento do arco plantar pode acontecer a partir dos dois anos, podendo alcançar o “ideal” em qualquer momento da vida, tudo vai depender do estimulo certo e constante.

Nas distribuições plantares, quanto maior seu peso corporal, maior será a pressão no pé. Mas o peso não é o único fator, apesar de influenciar. Ademais, a identificação do tipo de pé pode resultar em vantagens ao decorrer da vida, já que o pé normal é o equilíbrio do corpo e principalmente da eficiência das funções. Além disso, sabendo o tipo, é possível buscar a mudança e sair do pé plano ou cavo para o normal, zerando as consequências no futuro.

REFERÊNCIAS

ARNALDO JO´SE H. ; LUIZ KOICHI K. ; MARCOS HENRIQUE F. L. ; EDIMAR FAVARO. Calculo do índice do arco plantar de staheli e a prevalência de pés planos: estudo em 100 crianças entre 5 e 9 anos de idade. Acta ortop bras 2015

BENNELL K.; WAJSWELNER H.; LEW P.; SCHALL-RIAUCOUR A, LESLIE S, PLANT D, et al. Isokinetic strength testing does not predict hamstring injury in Australian Rules footballers. Br J Sports Med 1998;32(4):309---14.

BEATRIZ MINGHELLI; ET. AL. Desenvolvimento do arco plantar na infância e adolescência: análise plantar em escolas públicas. Saúde & tecnologia, Maio 2011.

BLAND J. M.; ALTMAN D.G. Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement. Lancet. 1986 Feb 8;1(8476):307

CASTRO, M. P. Análise das forças e pressões plantares durante a marcha de pessoas com amputação transfemoral., Faculdade de desporto da Universidade do Porto, Porto, 2010.

EDUARDO F. ; JOSÉ MARTINS F. ; REGINALDO KISHO F. ; RICARDO MITSUO G. Comparação entre índices do arco plantar. Motriz, Rio Claro, Outubro 2009

FERNANDO SERGIO S. L. ; CLARA TOMÉ V. Análise antropométrica dos pés de crianças em idade escolar. Praxia, Setembro 29:9:2013

FILIPPIN NT. ; BARBOSA VLP. ; SACCO INC. ; LOBO COSTA PH. Efeito da obesidade na distribuição de pressão plantar em crianças. Setembro 12:09:2007.

GEOVANNA AVELAR S. ; CIBELLE KAYENNE M. R. F. ; TÂNIA CRISTINA D. S. H. Analise do arco plantar de crianças e adolescentes em relação ao sexo. Abril, 12:04:2012

HESSERT M. J.; VYAS M.; LEACH J.; HU K.; LIPSITZ L. A.; NOVAK V. Foot pressure distribution during walking in young and old adults. BMC Geriatrics. 2005, May 19;5:8.

NATIELE C. R. ; FABIANE KURTZ M. ; JULIANA ALVES S. ; CLAUDIA MORAIS T. Distribuição da pressão plantar e morfologia do pé de crianças com paralisia cerebrak e crianças com desenvolvimento típico. Fisioter Pesqui. Março, 24:03:2017.

ORLIN, M. AND T. MCPOIL. "Plantar Pressure Assessment". Physical Therapy – 80,2000.

PAULA RIBEIRO MESQUITA. Distribuição da pressão plantar durante o andar e o correr em crianças. Programação de Pós-Graduação 2015.

ROSEBAUM, D. AND H. P. BECKER. "Plantar pressure distribution measurements:Tecnical background and clinial applications". Foot and Ankle Surgery - 3: 1-14,1997.