

MESTRADO INTEGRADO EM MEDICINA

DISSERTAÇÃO | ARTIGO ORIGINAL

Avaliação da composição corporal e grau de compressibilidade do tecido adiposo por lipocalibrador digital em crianças obesas e sua associação com os fatores de risco cardiovascular

Andreia Alves Godinho de Sousa

M

2020





ARTIGO ORIGINAL MESTRADO INTEGRADO EM MEDICINA

**AVALIAÇÃO DA COMPOSIÇÃO CORPORAL E GRAU DE
COMPRESSIBILIDADE DO TECIDO ADIPOSEO POR
LIPOCALIBRADOR DIGITAL EM CRIANÇAS OBESAS E SUA
ASSOCIAÇÃO COM OS FATORES DE RISCO CARDIOVASCULAR**

ANDREIA ALVES GODINHO DE SOUSA

andreaags95@gmail.com

ORIENTADORA: DRA. HELENA MARIA CASTRO MOURA FERREIRA MANSILHA

Assistente Graduada de Pediatria

Serviço de Pediatria — Centro Materno Infantil do Norte, Porto, Portugal

Professora Auxiliar Convidada de Medicina da Criança e do Adolescente II no

Mestrado Integrado em Medicina do Instituto de Ciências Biomédicas Abel Salazar

COORIENTADORA: PROFESSORA DOUTORA ESMERALDA EMÍLIA GOMES MARTINS

Assistente Graduada de Pediatria

Serviço de Pediatria — Centro Materno Infantil do Norte, Porto, Portugal

Professora Associada Convidada de Medicina da Criança e do Adolescente II no

Mestrado Integrado em Medicina do Instituto de Ciências Biomédicas Abel Salazar

AFILIAÇÃO: Instituto de Ciências Biomédicas Abel Salazar – Universidade do Porto

Rua de Jorge Viterbo Ferreira nº 228, 4050-313 Porto, Portugal

Porto, junho de 2020

Porto, 14 de junho de 2020

Andreia Godinho

Autor: Andreia Alves Godinho de Sousa

Helena Ferreira Mansilha

Orientadora: Dra. Helena Ferreira Mansilha

Esmeralda Martins

Coorientadora: Professora Doutora Esmeralda Martins

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, gostaria de agradecer à minha orientadora, Dra. Helena Ferreira Mansilha por todo o compromisso, confiança e disponibilidade demonstrados durante a elaboração do presente trabalho. Não posso deixar de expressar a minha gratidão por toda a sua paciência e motivação que me transmitiu. O seu conhecimento nesta área, bem como toda a sua experiência foram a força motriz que me levou à conclusão desta etapa tão importante.

À minha coorientadora, Professora Doutora Esmeralda Martins, por ter aceite integrar este projeto.

Gostaria ainda de agradecer a todos os que contribuíram para este estudo, Dra. Mónica Tavares, Dra. Beatriz Teixeira e Dr. Tiago Andrade.

Aos meus amigos e família pelo apoio incondicional e por me mostrarem que a dedicação e a resiliência nos levam sempre a bom porto.

RESUMO

INTRODUÇÃO: O significado clínico da variabilidade do grau de compressibilidade na medição da espessura das pregas cutâneas não é óbvio. A sua quantificação, através de um lipocalibrador digital, pode estar relacionada com diferenças nas características estruturais do tecido adiposo, que por sua vez podem ter correlação com fenómenos inflamatórios inerentes à obesidade e que, por conseguinte, podem associar-se com fatores de risco cardiometabólico. Assim, esta avaliação poderá permitir identificar mais precocemente grupos de risco de desenvolvimento de comorbidades graves, em populações pediátricas obesas. Esta investigação pretende verificar se, nesta população, existe uma correlação entre fatores de risco cardiovascular, a composição corporal e o grau de compressibilidade do tecido adiposo.

METODOLOGIA: Foi realizado um estudo transversal de 22 crianças obesas pré-púberes, com idades entre os 5 e 10 anos. Os parâmetros antropométricos incluídos foram altura, peso, perímetro abdominal, Índice de Massa Corporal, proporção perímetro abdominal/altura, percentagem de massa gorda corporal total, espessura e compressibilidade das pregas cutâneas tricípital e subescapular. As medidas das pregas foram obtidas através do Lipowise®, lipocalibrador digital, que regista 300 valores de espessura, durante 3 segundos, sendo depois normalizados entre 0 e 1. A compressibilidade foi definida como uma variável de tempo (até atingir o ponto de corte 0.1 que garantia a estabilização da amostra) e de amplitude (diferença entre a espessura da prega inicial e da prega comprimida). Os fatores de risco cardiovascular avaliados foram a tensão arterial e os níveis plasmáticos de colesterol total (CT), *low density lipoprotein-cholesterol* (LDL-C), *high density lipoprotein-cholesterol* (HDL-C), triglicérideos, glicose em jejum e proteína C reativa ultra sensível (PCR-US).

RESULTADOS: Observou-se uma correlação estatisticamente significativa entre a espessura de ambas as pregas com o Índice de Massa Corporal, o perímetro abdominal e perímetro abdominal/altura. O mesmo não se verificou com os parâmetros de compressibilidade que não demonstraram nenhuma correlação com as variáveis anteriormente mencionadas. Verificou-se, em ambas as pregas, uma correlação negativa significativa entre o tempo de compressibilidade de uma prega com a sua amplitude. Dos fatores de risco cardiovascular, apenas a pressão arterial sistólica obteve uma correlação significativa com a espessura da prega subescapular. Apesar de não ser estatisticamente significativo, a pressão arterial sistólica e diastólica tiveram uma correlação moderada positiva, respetivamente, com o tempo de compressibilidade da prega tricípital e subescapular. Quanto à proteína C reativa ultra sensível, esta apresenta uma correlação

significativa negativa com o tempo de compressibilidade da prega subescapular e não foi demonstrada uma associação com os fatores de risco cardiovasculares.

CONCLUSÃO: A espessura das pregas cutâneas, embora correlacionada positivamente com o Índice de Massa Corporal, perímetro abdominal e proporção perímetro abdominal/altura, é um fator independente dos seus parâmetros de compressibilidade, e, portanto, estes parâmetros poderão trazer novos dados ao estudo da composição corporal em crianças obesas. Apesar de, neste estudo preliminar, apenas ter sido encontrada uma correlação negativa entre o tempo de compressibilidade e a PCR-US, parece promissora a utilidade clínica da avaliação destes parâmetros. Assim, seria necessário a reprodutibilidade destes resultados em universos maiores, bem como o estudo longitudinal destas crianças, de forma a obter maior robustez estatística.

PALAVRAS CHAVE:

Obesidade pediátrica, risco cardiometabólico, tecido adiposo, espessura da prega cutânea, compressibilidade da prega cutânea, lipocalibrador digital.

ABSTRACT

INTRODUCTION: It's not obvious the clinical meaning of the variability in skinfolds compressibility. Its quantification, through a digital skinfold caliper, might be related to differences in the adipose tissue's structural characteristics, which in turn might be correlated with the inflammatory processes of obesity and that, consequently, might be associated with cardiometabolic risk factors. As a result, this evaluation may enable the earlier identification of risk groups in developing serious comorbidities in pediatric obese populations. This study aims to assess if there is a correlation between cardiovascular risk factors, body composition and the degree of skinfolds compressibility in this population.

METHODS: A cross-sectional study was conducted among 22 obese prepubertal children, from 5 to 10 years old. The anthropometric measures included were height, weight, abdominal circumference, Body Mass Index, abdominal circumference/height, total body fat percentage, triceps and subscapular skinfolds thickness and compressibility. A digital skinfold caliper, Lipowise®, that was used to measure these two last parameters registers 300 values of skinfold thickness, for 3 seconds, being these values after normalized from 0 to 1. The compressibility was defined as a time variable until it reached the cut-off of 0.1 that guaranteed the sample's stabilization and as a range variable which consists on the difference between the initial and final value of skinfold thickness. The cardiovascular risk factors evaluated were blood pressure and the serum levels of total cholesterol, *low density lipoprotein-cholesterol* (LDL-C), *high density lipoprotein-cholesterol* (HDL-C), triglycerides, fasting glucose and high-sensitivity C-reactive protein.

RESULTS: The results of this study revealed a statistically significant correlation between the thickness of both skinfolds and Body Mass Index, as well as abdominal circumference and abdominal circumference/height ratio. Nonetheless, the same was not true for compressibility parameters which did not show any correlation with none of the above mentioned variables. A negative effect was found in both skinfolds, between the time of compressibility of a skinfold and its range. From the cardiovascular risk factors, only systolic blood pressure had a significant correlation with scapular skinfold thickness. Even though it was not statistically significant, systolic and diastolic blood pressure had a moderate positive association with time of compressibility of tricipital and subscapular skinfold, accordingly. With respect to high-sensitivity C-reactive protein, a significant negative effect is found in its correlation with compressibility's time of subscapular skinfold, but no linkage to cardiovascular risk factors was proven.

CONCLUSIONS: Although skinfold thickness was significantly correlated with a positive effect with Body Index Mass, abdominal circumference and abdominal circumference/height ratio, it is independent from its compressibility parameters which might therefore bring new data to the evaluation of body composition in obese children. Even though in this preliminary study it was only found a negative correlation between the time of compressibility and high-sensitivity C-reactive protein, the evaluation of these parameters seems to be a promising tool in clinical settings. Hence, it is necessary to test the reproducibility of these results using larger samples, as well as the development of a longitudinal study in these children in order to achieve more statistic robustness.

PALAVRAS CHAVE:

Pediatrics obesity, cardiometabolic risk, adipose tissue, skinfold thickness, skinfold compressibility, digital skinfold caliper.

LISTA DE ABREVIATURAS

OMS – Organização Mundial de Saúde
COSI – Childhood Obesity Surveillance Initiative
WHO – World Health Organization
HTA – Hipertensão Arterial
IMC – Índice de Massa Corporal
DEXA – absorciometria bifotônica de raio X
NHANES – National Health and Nutrition Examination Survey
cm – centímetros
Kg – Quilogramas
m – metros
mmHg – milímetros de mercúrio
PAS – Pressão arterial sistólica
PAD – Pressão arterial diastólica
P95 – percentil 95
LDL-C – *low density lipoprotein-cholesterol*
HDL-C – *high density lipoprotein-cholesterol*
PCR-US – Proteína C reativa ultra sensível
PCR – Proteína C reativa
mg – miligramas
dL – decilitros
gf/mm² – gama força por milímetro ao quadrado
mm – milímetros
SPSS – Statistical Package for the Social Sciences
EUA – Estados Unidos da América
FRCV – fatores de risco cardiovascular
PA – perímetro abdominal
PA/A – proporção entre perímetro abdominal e altura

ÍNDICE

AGRADECIMENTOS	i
RESUMO	ii
ABSTRACT	iv
LISTA DE ABREVIATURAS.....	vi
LISTA DE TABELAS	viii
LISTA DE FIGURAS	ix
INTRODUÇÃO	1
OBJETIVO.....	3
METODOLOGIA	4
Seleção de Doentes e Amostragem.....	4
Colheita de Parâmetros Antropométricos e Estudo Analítico	4
Medição dos Parâmetros das Pregas Cutâneas	5
Análise Estatística	5
RESULTADOS	7
Descrição e Caracterização Inicial da Amostra e Parâmetros das Pregas Cutâneas	7
Relação entre os Parâmetros das Pregas e Fatores de Risco Cardiovascular	7
Relação entre os Parâmetros das Pregas e Inflamação	8
DISCUSSÃO	9
CONCLUSÕES.....	12
APÊNDICE	13
Tabelas.....	13
Figuras.....	21
BIBLIOGRAFIA.....	26

LISTA DE TABELAS

Tabela I – Análise descritiva e caracterização da amostra de estudo.

Tabela II – Correlações entre características das pregas e valores de IMC, perímetro abdominal e proporção entre o perímetro abdominal e altura.

Tabela III – Correlações entre características das pregas e fatores de risco cardiovasculares.

Tabela IV – Correlação entre níveis de proteína C reativa ultra sensível (PCR-US) e fatores de risco cardiovascular.

Tabela Suplementar I – Valor médio de espessura, tempo de compressibilidade e amplitude das pregas entre sexos.

Tabela Suplementar II – Correlação parcial, com ajuste para a idade, entre as características das pregas e os fatores de risco cardiovascular.

Tabela Suplementar III – Comparação de médias de espessura e amplitude das pregas entre crianças com diferentes perfis tensionais e lipídicos.

Tabela Suplementar IV – Correlação parcial, com ajuste para a idade, entre as características das pregas e os níveis de proteína C reativa ultra sensível (PCR-US).

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Lipocalibrador Digital Lipowise® (A) e Lipocalibrador Clássico GIMA® (B)

Figura 2. Seleção da amostra com aplicação dos critérios de exclusão.

Figura 3. Comparação do tempo de compressibilidade da prega tricipital relativamente ao perfil tensional e lipídico.

Figura 4. Comparação do tempo de compressibilidade da prega subescapular relativamente ao perfil tensional e lipídico.

Figura 5. Gráficos de correlações entre as diferentes características das pregas tricipital (A – C) e prega subescapular (D – F), e o valor doseado de Proteína C reativa ultra sensível (PCR-US).

INTRODUÇÃO

A obesidade em idade pediátrica corresponde a um dos mais sérios problemas de saúde pública global do século XXI. No mundo, segundo estimativas da OMS de 2016, em apenas 40 anos, o número de crianças em idade escolar e adolescentes com obesidade aumentou mais de 10 vezes, de 11 milhões para 124 milhões¹. Portugal não é exceção e, segundo os últimos dados de 2016 do estudo COSI (WHO European Childhood Obesity Surveillance Initiative), 30,7 % e 11,7% das crianças entre os 6 e 8 anos têm excesso de peso e obesidade, respetivamente². Esta crescente epidemia é preocupante, especialmente porque crianças obesas podem não só enquanto crianças, mas também mais tarde na idade adulta, desenvolver comorbilidades, nomeadamente complicações cardiovasculares e metabólicas, como a hipertensão arterial (HTA), alterações no perfil lipídico e alterações do metabolismo da glicose^{3,4}. Desta forma, a obesidade em idade pediátrica parece ser um fator de risco determinante para a morbimortalidade da idade adulta, designadamente das doenças não comunicáveis⁵. Acresce-se que até 80% de crianças/adolescentes obesos persistem obesos na idade adulta⁶. Na verdade, estima-se que 70% de crianças obesas estejam associadas a pelo menos um fator de risco cardiovascular e que 39% delas estejam associadas a dois ou mais desses fatores, sendo por isso de toda a utilidade clínica identificar estas crianças que apresentam maior risco cardiometabólico⁷. Esta identificação não é direta, uma vez que o grau de desregulação metabólica não é igual em todas as crianças, nem é forçosamente proporcional ao grau de excesso peso⁶. A desregulação metabólica parece estar na dependência da predisposição individual para desenvolver inflamação de baixo grau e stress oxidativo, que parecem desempenhar um papel central na gênese e progressão da doença aterosclerótica e outras comorbilidades associadas à obesidade⁸⁻¹⁰. Assim, a obesidade está relacionada com um aumento dos mediadores inflamatórios com origem em parte no tecido adiposo (predominantemente no tecido adiposo visceral), dado que este não só segrega uma diversidade de moléculas ativas, designadamente hormonas, citocinas, fatores de crescimento, proteínas de fase aguda e proteínas envolvidas na homeostasia da glicose, como também promove a acumulação de células inflamatórias nomeadamente macrófagos^{11,12}. O tecido adiposo deixa então de ser considerado apenas um órgão de armazenamento passivo, passando a ser referenciado como um órgão endócrino metabolicamente ativo, pelo que a sua disfunção resulta num estado pró-inflamatório e pró-oxidativo crónico⁸. Por conseguinte, a disfunção metabólica parece depender mais da composição corporal e distribuição do tecido adiposo do que simplesmente da magnitude do Índice de Massa Corporal (IMC)¹³⁻¹⁵. Existe um grande número de técnicas de avaliação da composição corporal disponíveis em crianças que vão desde a antropometria e pregas cutâneas até à impedância bioelétrica, absorciometria

bifotónica de raio X (DEXA), pletismografia de deslocação de ar, entre outras, sendo que nenhuma faz uma medição direta da massa gorda, tendo cada uma destas técnicas as suas limitações¹⁶. No entanto, a medição de pregas cutâneas, por ser uma técnica fácil de executar, portátil, barata, não invasiva e sem radiações, torna-se vantajosa em estudos populacionais¹⁷. Esta técnica avalia a espessura das duas camadas de tecido celular subcutâneo quando comprimidas juntas, por dispositivo mecânico (lipocalibrador – Figura 1B), e pode ser feita em vários locais: bíceps, tríceps, subescapular, suprailíaca, entre outras¹⁸. A partir dessas medições existem equações que permitem calcular a % de massa gorda corporal total, bem como intuir sobre a sua distribuição regional, ou seja, por exemplo, a prega subescapular parece refletir uma distribuição mais central (truncular) da gordura e, portanto, mais nefasta que outras pregas (tricipital) mais relacionadas com uma distribuição mais generalizada da gordura corporal¹⁷⁻¹⁹. Mais ainda, a variabilidade do grau de compressibilidade na medição da espessura das pregas cutâneas suscita uma reflexão. De facto, segundo alguns estudos, a compressibilidade do tecido adiposo pode depender de fatores como o sexo, idade, local de medição, mas possivelmente também de fatores na dependência da organização estrutural do tecido, nomeadamente quanto ao estado de hidratação e quanto à distribuição dos seus elementos celulares, fibrose e vasos sanguíneos²⁰⁻²³. Não sendo óbvio o significado clínico desta variabilidade da compressibilidade do tecido adiposo subcutâneo²¹ e não sendo possível a sua quantificação até recentemente, o lipocalibrador digital (Lipowise® - Figura 1A), torna-se, assim, num dispositivo inovador ao permitir avaliar a resposta dinâmica do tecido durante a medição e por conseguinte, a quantificação da compressibilidade^{21,24,25}. Para além disso, permite ultrapassar algumas das limitações dos lipocalibradores mecânicos clássicos e obter uma medição mais rápida, através do registo e armazenamento automático dos dados, com uma aplicação de *software* com base de dados integrada, e, portanto, reduz a subjetividade da medição pelo observador. Permite uma medição mais rigorosa, dado a sua melhor resolução (0.025mm em comparação com os 0,20mm do lipocalibrador clássico de referência, Harpenden®) e maior amplitude de abertura do dispositivo (até 120mm quando comparado com os 80mm do clássico), através da articulação dos seus braços, em que as superfícies de contacto são paralelas à medida que abrem. Estas características são importantes na medição de pregas em obesos, dado não ser raro não ser possível a sua avaliação, devido à espessura da prega exceder a capacidade de abertura do lipocalibrador clássico²⁶⁻²⁸.

Posto isto, tendo em conta o acima exposto, seria interessante, como estudo preliminar, avaliar se a variação da compressibilidade do tecido adiposo, quantificada pelo lipocalibrador digital na medição das pregas cutâneas em diferentes regiões corporais, pudesse estar relacionada com diferenças nas características estruturais do tecido adiposo, que por sua vez pudessem ter correlação com fenómenos inflamatórios inerentes à obesidade, e que, por conseguinte, pudessem

correlacionar-se com fatores de risco cardiometabólico, em crianças obesas. Assim, a avaliação do grau de compressibilidade das pregas destas crianças, talvez, pudesse permitir identificar precocemente grupos de risco de desenvolvimento de comorbidades graves, em populações pediátricas obesas e uma melhor assertividade clínica subsequente.

OBJETIVO

O objetivo deste estudo é investigar se existe uma correlação entre os fatores de risco cardiovascular clínicos e analíticos (perímetro abdominal, HTA, dislipidemia, alterações do metabolismo da glicose, proteína C reativa ultra sensível), a composição corporal e o grau de compressibilidade do tecido adiposo, através de um dispositivo inovador de medição de pregas cutâneas (lipocalibrador digital), em crianças obesas pré-púberes, dos 5 aos 10 anos.

METODOLOGIA

Seleção de Doentes e Amostragem

Estudo transversal conduzido no Centro Materno Infantil do Norte, com uma amostra total de 57 crianças obesas, entre os 5 e os 10 anos de idade, caucasianas, durante um período de 2 meses e meio. Um total de 35 crianças obesas foram excluídas da amostra inicial, perfazendo um número total final de 22 crianças obesas (Figura 2): 10 possuíam doenças sindromáticas, endocrinológicas, inflamatórias ou infecciosas; 7 não tinham realizado as análises sanguíneas protocoladas; 10 não foram colaborantes na medição das pregas, não se obtendo uma leitura; em 8 crianças a medição não atingiu parâmetros de qualidade suficiente para ser considerada válida. O protocolo usado para todos os participantes foi aprovado pela Comissão de Ética do Centro Hospitalar Universitário do Porto. A idade escolar (pré-púbere) foi a escolhida, de forma a que a maturação biológica inerente à adolescência não fosse um fator confundidor, já que a variação da composição corporal varia com o estadió de desenvolvimento pubertário^{29,30}. A obesidade foi definida como o IMC superior a +2 Z-score, para a idade e sexo, de acordo com os critérios da OMS de 2007³¹.

Colheita de Parâmetros Antropométricos e Estudo Analítico

Os dados antropométricos foram obtidos, de acordo com o manual de medidas antropométricas da NHANES³², por duas pediatras devidamente treinadas, repetindo o processo duas vezes e calculando posteriormente a média. A altura (cm) foi medida com um estadiómetro (SECA® 213), com uma resolução de 0.1cm, com uma vara de medição. O peso (Kg) foi avaliado usando uma balança digital calibrada (InBody® 270), com uma resolução de 0.1Kg, em que as crianças tinham apenas a roupa interior (cuecas e eventualmente sutiã). O índice de massa corporal (IMC) foi calculado, posteriormente, através da fórmula standard: peso [kg] / altura [m] ao quadrado.³³ O perímetro abdominal foi determinado com uma fita métrica distensível, mas não extensível, com uma resolução de 0,1cm, com a criança em pé. Dado que a proporção perímetro abdominal/altura tem surgido como um importante preditivo de adiposidade, também foi incluída no presente estudo, tendo sido considerado indicativo de obesidade se superior a 0,5^{34,35}. As tensões arteriais diastólica e sistólica foram medidas com um esfigmomanómetro digital (Dinamap® V100) com resolução 1mmHg, 2 vezes, com um intervalo de 1 a 2 minutos, no mesmo braço, com a braçadeira apropriada, num ambiente calmo, após a criança estar previamente sentada durante 3 a 5 minutos³⁶. Hipertensão arterial (HTA) foi definida como PAS e/ou PAD acima do P95 para a idade e altura³⁷. Os níveis plasmáticos de colesterol total, LDH-C e HDL-C, triglicérideos, glicose em jejum e proteína C reativa ultra sensível (PCR-US) foram obtidos através do estudo analítico protocolado no seguimento destes doentes. Foi definida como dislipidemia a presença de pelo menos um dos

seguintes critérios: colesterol total superior a 170 mg/dL, LDL-C superior a 110mg/dL, HDL-C inferior a 45 mg/dL ou triglicerídeos superiores a 100 mg/dL nas crianças dos 5 aos 9 anos e superiores a 130 mg/dL nas crianças com 10 anos³⁸. Definiu-se ainda como hiperglicemia valores superiores a 100 mg/dL de glicose em jejum³⁹.

Medição dos Parâmetros das Pregas Cutâneas

As pregas cutâneas avaliadas foram a tricipital e subescapular, porque permitiam calcular a % de massa gorda corporal total através da equação de Slaughter et al., que tem demonstrado ter uma boa correlação com a avaliação da gordura corporal por DEXA, em crianças e adolescentes^{19,40}. O cut-off usado para definir excesso de massa gorda foi de 13-14% para rapazes e 16-19% para raparigas⁴¹. A espessura das mesmas foi obtida com recurso ao Lipowise®, lipocalibrador digital, medida no membro não dominante com a criança em pé, de acordo com as recomendações do manual de medidas antropométricas de NHANES⁴², durante 3 segundos, 3 vezes consecutivas, calculando posteriormente a média. O grau de compressibilidade consiste na redução de volume da prega cutânea, quando esta é submetida a uma pressão, sendo que o lipocalibrador Lipowise® garante uma pressão constante (10gf/mm²), com um erro em toda a sua gama inferior a 3 % (100 mm); a redução do volume da prega pode ser simplesmente identificada pela variação da espessura entre o ponto inicial e final da medição. Os dados das medições das pregas cutâneas tricipital e subescapular, obtidas através do *software* do Lipowise®, permitiram determinar a evolução da dinâmica da compressibilidade do tecido adiposo das mesmas, durante os 3 segundos, registando neste intervalo de tempo 100 valores por segundo. Deste modo, após obtidos os 300 valores da medição, estes são depois normalizados entre 0 e 1. Após uma primeira análise dos dados, estabeleceu-se o ponto de corte de 0.1, pois era o ponto que garantia uma estabilização em toda a amostra. Desta forma, obteve-se a variável tempo de compressibilidade em que um menor tempo, medido em segundos, até ser atingido o ponto de corte significa que o tecido da prega comprime a uma velocidade superior relativamente aos de mais, podendo traduzir uma maior compressibilidade. Definiu-se, ainda, como outro parâmetro de compressibilidade, a amplitude que consiste na variação de espessura entre a prega inicial e a prega comprimida, medida em mm, até atingir o ponto de corte definido.

Análise Estatística

Para todos os testes estatísticos foi assumido um intervalo de confiança de 95%. Todas as variáveis contínuas são apresentadas através da sua média \pm desvio-padrão, ou mediana e amplitude, e todas as variáveis categóricas através da sua frequência e proporção (%). O pressuposto da normalidade foi testado para todas as variáveis contínuas através do teste de Shapiro-Wilk. A

relação entre 2 variáveis contínuas foi avaliada através de uma correlação bivariada simples, pelo coeficiente de Pearson (r) ou de Spearman (ρ), consoante todas as variáveis cumpriam o pressuposto da normalidade ou não, respetivamente. Para avaliar a relação entre 2 variáveis, controlando para a variabilidade de uma terceira, foi realizada uma correlação bivariada parcial, reportando-se o coeficiente de Pearson parcial (r_p). Para todas, os coeficientes de correlação assumiram-se como pontos de corte 0,100, 0,300 e 0,500 para efeitos baixos, moderados e grandes, respetivamente. Para comparação de médias entre 2 grupos foi realizado um teste t de Student para amostras independentes (visto a distribuição das variáveis contínuas ter sido normal em todos os grupos, sempre que se procedeu a esta análise). Aplicou-se a correção de Welch sempre que o pressuposto da homocedasticidade não foi cumprido, consoante o resultado do teste de Levene. Utilizou-se o d de Cohen como medida de magnitude de efeito, com pontos de corte 0,200, 0,500 e 0,800 para efeitos baixos, moderados e grandes, respetivamente. Todas as análises foram realizadas no software *SPSS® Statistical Package* (versão 26.0; SPSS, Chicago, IL, EUA) e *GraphPad Prism* 8.01 (San Diego, Califórnia, EUA).

RESULTADOS

Descrição e Caracterização Inicial da Amostra e Parâmetros das Pregas Cutâneas

A amostra obtida neste estudo é constituída por 22 crianças, sendo a mediana de idades de 9 anos. Há uma distribuição equitativa por sexos e, em concordância com a população selecionada, o valor médio do z-score para o Índice de Massa Corporal (IMC) é de +2,301. Todas as características clínicas desta população estão explanadas na Tabela I.

Começou-se por avaliar a existência de correlação entre os parâmetros das pregas e a biometria das crianças. Verificou-se uma correlação significativa entre a espessura de ambas as pregas com o IMC (tricipital: $p=0,016$; subescapular: $p<0,001$), o perímetro abdominal (tricipital: $p=0,013$; subescapular: $p<0,001$) e a proporção perímetro abdominal e altura (tricipital: $p=0,012$; subescapular: $p=0,010$) (Tabela II). Nem o tempo de compressibilidade, nem a amplitude apresentam correlações com os parâmetros biométricos. Observou-se ainda que não há diferenças dos parâmetros das pregas entre sexos, com exceção de um efeito estatisticamente significativo relativamente à amplitude da prega subescapular, em que se verifica pregas com menor amplitude no sexo feminino (Tabela Suplementar I).

Avaliou-se, também se existiria uma correlação entre o tempo de compressibilidade de uma prega com a sua amplitude, tendo-se obtido uma correlação negativa significativa quer para a tricipital ($r = -0,570$, $p = 0,006$), quer para a subescapular ($r = -0,505$, $p = 0,023$). Já entre o tempo de compressibilidade e a espessura não se verificou nenhuma correlação significativa (tricipital: $r = -0,0014$, $p = 0,952$; subescapular: $r = -0,130$, $p = 0,563$), nem entre a espessura e amplitude (tricipital: $r = 0,134$, $p = 0,553$; subescapular: $r = -0,240$, $p = 0,282$).

Relação entre os Parâmetros das Pregas e Fatores de Risco Cardiovascular

De seguida, foi testada a correlação entre os vários parâmetros da prega e os fatores de risco cardiovascular (FRCV) previamente descritos (Tabela III). Observou-se uma correlação significativa entre a espessura da prega subescapular e a PAS ($p=0,023$), sendo que uma maior espessura se associa a um valor superior de PAS. Apesar de nenhuma outra correlação ter atingido o limiar de significância, existem correlações com magnitudes de efeito moderado, nomeadamente entre a PAS e o tempo de compressibilidade da prega tricipital, e entre a PAD e o tempo de compressibilidade da prega subescapular, sendo ambas correlações positivas. Não se verificou nenhuma significância nem padrão de correlação com a glicemia e perfil lipídico.

Denote-se que os efeitos observados são independentes da idade das crianças, visto as mesmas correlações com controlo da idade demonstrarem magnitudes de correlação muitíssimo similares (Tabela Suplementar II).

Numa segunda análise, optou-se por subdividir as crianças em subgrupos consoante a gravidade dos FRCV: crianças sem e com hipertensão arterial, e crianças sem e com dislipidemia. Não se agruparam os sujeitos consoante os níveis de glicose, visto o seu valor ter sido normal em todas as crianças. Avaliou-se subsequentemente a compressibilidade das pregas entre estes grupos, não se tendo observado nenhuma diferença na média de tempo de compressibilidade entres os 2 pares de grupos quer para a prega tricípital (Figura 3), quer para a subescapular (Figura 4). Da mesma forma, não se observaram diferenças de espessura ou amplitude de ambas as pregas em nenhuma das condições (Tabela Suplementar III).

Relação entre os Parâmetros das Pregas e Inflamação

Foi avaliada a correlação entre os parâmetros das pregas e o valor da PCR sérica ultra sensível destas crianças. Relativamente à prega tricípital (Figuras 5A-C), não foi observada nenhuma correlação significativa; no entanto, verifica-se uma forte correlação negativa entre o tempo de compressibilidade da prega subescapular e o valor de PCR-US ($p=0,004$) (Figuras 5D-F). Denote-se que todos estes resultados são independentes da idade das crianças, visto que não existe variação da magnitude do efeito das correlações quando estas são controladas para a mesma (Tabela Suplementar IV).

Tendo em conta que as características das pregas apresentaram algumas correlações significativas quer com FRCV, quer com a PCR-US, avaliamos se nesta amostra de crianças existia alguma correlação entre os FRCV e a inflamação (Tabela IV). Observou-se a ausência de qualquer correlação significativa entre PCR-US e FRCV.

DISCUSSÃO

A elevada prevalência de obesidade em idade pediátrica e, em particular, em idades tão precoces como a idade escolar é de facto, um sério problema de saúde pública, tendo em conta a sobrecarga cumulativa de comorbilidades associadas que se prolongam e acentuam na vida adulta. Aliás, os mecanismos subjacentes ao desenvolvimento prematuro de complicações cardiometabólicas em crianças obesas têm sido alvo de intensa investigação no sentido de possibilitar algum tipo de prevenção e/ou intervenção para as minimizar⁴³. A atividade metabólica do tecido adiposo parece ser determinante neste processo⁴³. De facto, não só o excesso de massa gorda parece estar relacionado com o risco cardiovascular na obesidade, mas também a sua distribuição, ou seja, comparativamente com a distribuição periférica da gordura corporal, a gordura visceral parece ser metabolicamente mais ativa, com produção de numerosas moléculas bioativas pro-inflamatórias^{44,45}. Assim, talvez a organização estrutural do tecido adiposo com diferentes graus de atividade metabólica tenha diferentes comportamentos na avaliação das pregas cutâneas. Com o Lipowise[®], pela primeira vez, temos a possibilidade de estudar e quantificar não só a espessura da prega, mas também a sua compressibilidade, através do tempo e amplitude na medição das pregas. Seria, pois, muito interessante e útil, definir características destas que estivessem relacionadas com características metabólicas do tecido adiposo. Neste estudo, a compressibilidade ao ser definida através de um tempo e de uma amplitude, e estes parâmetros terem uma associação negativa entre si, em ambas as pregas (tricipital: $p = 0,006$ e subescapular: $p = 0,023$), veio suportar a hipótese de que pregas mais compressíveis vão demorar menos tempo a comprimir e que automaticamente vão ter uma maior diferença entre o valor inicial e o valor final de compressão, e, portanto, maior amplitude. Não obstante, ao não se verificar a associação destas variáveis com a espessura da prega, indica-nos que a compressibilidade será potencialmente uma medida independente da espessura. Hattori et al estudou a compressibilidade do tecido adiposo subcutâneo, através da comparação da medição da sua espessura obtida por lipocalibrador clássico e por ecografia, em 16 locais de medição diferentes, em 96 estudantes não atléticos, mas saudáveis, não tendo verificado uma correlação entre a compressibilidade das pregas cutâneas e a sua espessura⁴⁶. Outros achados a favor de estas variáveis (espessura e parâmetros de compressibilidade da prega) serem independentes, prende-se com o facto da espessura de ambas as pregas se correlacionar significativamente com outras medidas antropométricas (IMC, PA e PA/A), o que não se verificou com as outras duas variáveis de compressibilidade. Esta correlação da espessura das pregas com os parâmetros biométricos (IMC, PA e PA/A), não sendo estes indicadores diretos de massa gorda, de facto corrobora que se trata efetivamente de crianças obesas e não de crianças atléticas (musculadas). Já a não correlação entre as variáveis da

compressibilidade e os parâmetros biométricos poderá dever-se a que as características estruturais do tecido adiposo não dependerão necessariamente da magnitude do excesso de massa gorda. Do mesmo modo, a não correlação entre a espessura da prega com a sua amplitude ou com o seu tempo de compressibilidade também atestam nesse sentido. Sousa et al estudaram a compressibilidade da prega tricípital numa população de adultos hospitalizados em risco de malnutrição, usando um dispositivo digital diferente com avaliação de apenas 60 medições/segundo (Lipotool®), e concluíram que o risco nutricional e a espessura da prega mostraram-se fatores independentemente associados com maior compressibilidade da prega, definida pela diferença entre o valor inicial e o final; o tempo de compressibilidade não esteve associado a nenhum destes fatores estudados²⁵.

Neste estudo, não foram evidenciadas diferenças entre sexos relativamente aos parâmetros estudados das características das pregas, com a exceção da amplitude da prega de subescapular, o que reforça a não interferência nos resultados de variações da composição corporal na dependência do sexo. De facto, Chang et al defende que o sexo poderia influenciar tanto a biologia do tecido adiposo como o estado metabólico, através das hormonas sexuais e influências genéticas⁴⁷; assim, as crianças estudadas ao serem todas pré-púberes obviam a adolescência como potencial fator confundidor.

Foi demonstrada uma correlação positiva significativa entre a espessura da prega subescapular e a PAS ($p=0,023$), possivelmente evidenciando a associação desta prega à deposição troncular da gordura e, portanto, a maior repercussão cardiometabólica. Zhang et al, também, conclui que, num grupo de 38687 sujeitos dos 7 aos 16 anos, ao avaliar o rácio espessura da prega subescapular/tricípital, as crianças e adolescentes que tinham uma distribuição de tecido adiposo mais troncular tinham maior prevalência de tensão arterial alta, do que os que tinham uma distribuição mais periférica⁴⁸. Rimárová et al e Moser et al mostraram uma associação entre a espessura da prega tricípital e os valores de tensão arterial em populações pediátricas, embora usando apenas a medição desta prega e, portanto, não sendo possível extrapolar uma possível associação ainda mais forte dos valores de tensão arterial com a espessura da prega subescapular^{49,50}. Além disso, verificou-se que um maior tempo de compressibilidade da prega tricípital e subescapular correlacionou-se, respetivamente, com valores mais elevados quer da PAS quer da PAD, embora não atingindo o limiar de significância; deste modo, mesmo não conseguindo demonstrar uma robustez estatística irrefutável, possivelmente o tecido adiposo menos compressível e mais denso por infiltração inflamatória possa estar relacionado com maior risco CV. Infelizmente, os resultados não apoiaram esta linha de raciocínio, uma vez que o tempo de compressibilidade correlacionou-se negativamente com os valores de PCR-US, na prega subescapular ($p=0,004$), isto é, pregas mais compressíveis tendem a ter valores maiores de PCR-US,

relacionando-se com um maior estado inflamatório. Adicionalmente, Nascimento et al já demonstrou uma associação positiva da PCR com o IMC, num estudo transversal que envolvia 148 crianças e adolescentes obesos⁵¹.

Não foi encontrada qualquer correlação entre os parâmetros das características das pregas e a glicemia e o perfil lipídico, podendo isso dever-se a que, como as crianças são muito jovens, poderão ainda não ter tempo de evolução de doença suficiente. Foi ainda analisada a correlação entre a PCR-US e os fatores de risco cardiovasculares estudados, verificando-se que não tinha significância, o que pode estar mais uma vez na dependência de as crianças serem jovens e com pouco tempo de instalação da obesidade e do seu contexto metabolicamente nefasto. Vários autores têm tentado estabelecer esta relação em idades pediátricas. Cook et al verificou que num grupo de 699 crianças entre os 10 e 11 anos, a PCR associava-se a vários fatores de risco cardiovascular⁵², ao contrário de Lopés-Jaramillo et al que ao estudar 325 crianças com idade média de 10 anos, não encontrou nenhuma correlação⁵³.

As limitações deste estudo são o reduzido número de participantes na amostra estudada, decorrente, entre outras razões, da dificuldade em conseguir colaboração na avaliação biométrica (especialmente na medição das pregas), em crianças tão pequenas. No entanto, sendo pré-púberes, tem a vantagem de não ter como fator confundidor a variação da composição corporal decorrente do desenvolvimento pubertário^{29,30,41,47}. O ponto forte deste estudo é a utilização de um dispositivo inovador que permite a objetivação de parâmetros anteriormente subjetivos, que tanto quanto é sabido, é o primeiro estudo que analisa estes parâmetros com a avaliação da composição corporal e com FRCV, em crianças obesas em idade escolar. As poucas publicações que usam este novo lipocalibrador digital, na avaliação de parâmetros de compressibilidade, fazem-no em contextos clínicos diferentes: Sousa et al explora os efeitos da compressibilidade em doentes hospitalizados e o seu estado nutricional²⁵; Amaral et al e Restivo et al comprovam a maior precisão do lipocalibrador digital, em comparação com um clássico^{26,28}; Bini et al tenta descrever a influência do local de medição da prega cutânea no grau de variabilidade de compressibilidade, numa população de atletas profissionais masculinos²³. Por conseguinte, é difícil a comparação de resultados prévios com os nossos achados. Outro ponto forte são os dados antropométricos terem sido avaliados apenas por duas médicas treinadas e com experiência na técnica de avaliação (em tudo semelhante à usada com o lipocalibrador clássico), o que é de grande importância para a fiabilidade dos resultados.

Sendo estes resultados preliminares, são resultados estimulantes e suficientemente promissores para que o universo possa ser alargado, além de ser feito um acompanhamento longitudinal, onde as relações estatísticas se possam tornar mais robustas.

CONCLUSÕES

Com este novo lipocalibrador, a possibilidade de medir, monitorizar e comparar a dinâmica do tecido adiposo subcutâneo e obter uma quantificação da compressibilidade, bem como a maior capacidade de abertura deste dispositivo, traz uma nova forma de abordar e estudar a composição corporal, no contexto de obesidade pediátrica. Este estudo pioneiro sustenta que a espessura das pregas cutâneas, embora correlacionada positivamente com o IMC, PA e PA/A, é um parâmetro independente dos parâmetros de avaliação da compressibilidade da prega e que, portanto, estes poderão trazer novos dados ao estudo da composição corporal das crianças obesas. Apesar de, neste estudo preliminar, apenas ter sido encontrada uma correlação negativa entre o tempo de compressibilidade e a PCR-US, parece promissora a utilidade clínica da avaliação destes parâmetros. Assim, a possibilidade de determinar o tempo de compressibilidade bem como a amplitude das pregas pode vir a revelar-se um indicador útil na avaliação de risco cardiometabólico em crianças obesas. Mais estudos seriam desejáveis para atestar a replicabilidade dos resultados, bem como fortalecer a significância estatística, pelo que sendo estes os primeiros resultados (preliminares), não só o alargamento do universo, como também o seguimento longitudinal destas crianças, podem trazer robustez científica aos achados.

APÊNDICE

Tabelas

Tabela I – Análise descritiva e caracterização da amostra de estudo.

Variáveis		Amostra
Nº de Sujeitos (N)		22
Idade (anos)		9,0 (5,0 – 10,0)
Sexo (N)	Feminino	11 (50,0%)
	Masculino	11 (50,0%)
Z-Score de Altura		0,757 (\pm 1,126)
Z-Score de Peso		2,134 (\pm 0,432)
Z-Score de IMC		2,301 (\pm 0,217)
Perímetro Abdominal (cm)		85,6 (\pm 9,9)
Perímetro Abdominal / Altura		0,604 (\pm 0,056)
PAS (mmHg)		117,5 (\pm 8,2)
PAD (mmHg)		62,7 (\pm 6,8)
Estudo Analítico	Glicose (mg/dL)	85,3 (\pm 7,6)
	Colesterol Total (mg/dL)	155,9 (\pm 24,4)
	LDL-C (mg/dL)	91,1 (\pm 19,0)
	HDL-C (mg/dL)	46,9 (\pm 9,9)
	Triglicerídeos (mg/dL)	97,6 (\pm 32,9)
	PCR-US (mg/dL)*	2,17 (\pm 1,43)
Prega Tricipital	Espessura (mm)	25,3 (\pm 6,8)
	Tempo de Compress. (seg)	0,831 (\pm 0,364)
	Amplitude (mm)	7,44 (\pm 4,24)
Prega Subescapular	Espessura (mm)	25,5 (\pm 7,3)
	Tempo de Compress. (seg)	0,954 (\pm 0,412)
	Amplitude (mm)	8,06 (\pm 4,62)
% Massa Gorda Corporal Total ⁽¹⁾		37,9% (\pm 4,1)
% Massa Gorda Corporal Total ⁽¹⁾	Feminino	37,6% (\pm 4,1)
	Masculino	38,2% (\pm 4,3)

N (frequência em %), média (\pm desvio padrão), mediana (mínimo – máximo).

IMC – índice de massa corporal. PAD – pressão arterial diastólica. PAS – pressão arterial sistólica.

LDL-C – low density lipoprotein-cholesterol. HDL-C – high density lipoprotein-cholesterol. PCR-US – Proteína C reativa ultra sensível. seg – segundos. Tempo de Compress. – Tempo de Compressibilidade.

*Doseada em apenas 11 sujeitos.

⁽¹⁾ Calculada com recurso à equação de Slaughter et al.

Tabela II – Correlações entre características das pregas e valores de IMC, perímetro abdominal e proporção entre o perímetro abdominal e altura.

Variáveis		Prega Tricipital			Prega Subescapular		
		Esp.	Tempo de Compress.	Ampl.	Esp.	Tempo de Compress.	Ampl.
IMC	Correlação (r/ρ)	0,506	0,184	0,181	0,792	0,012	0,139
	Sig. (p)	0,016	0,413	0,419	<0,001	0,959	0,537
	N	22	22	22	22	22	22
Perímetro Abdominal	Correlação (r/ρ)	0,521	0,245	0,174	0,718	-0,077	0,347
	Sig. (p)	0,013	0,271	0,438	<0,001	0,732	0,114
	N	22	22	22	22	22	22
Perímetro Abdominal / Altura	Correlação (r/ρ)	0,525	0,270	-0,022	0,536	0,134	0,380
	Sig. (p)	0,012	0,223	0,922	0,010	0,551	0,081
	N	22	22	22	22	22	22

Foi avaliado o coeficiente de Pearson (r) em todas as correlações exceto naquelas com a amplitude da prega subescapular, em que se reporta o coeficiente de correlação rho (ρ) visto esta variável não cumprir o pressuposto da normalidade.

IMC – Índice de massa corporal. Esp. – Espessura. Tempo de Compress. – Tempo de compressibilidade. Ampl. – Amplitude.

Salientam-se a negrito as correlações significativas ($p < 0.050$)

Tabela III – Correlações entre características das pregas e fatores de risco cardiovasculares.

Variáveis		Prega Tricipital			Prega Subescapular		
		Esp.	Tempo de Compress.	Ampl.	Esp.	Tempo de Compress.	Ampl.
PAS	Correlação (r/ρ)	0,360	0,398	-0,086	0,484	0,164	0,092
	Sig. (p)	0,100	0,066	0,704	0,023	0,465	0,685
	N	22	22	22	22	22	22
PAD	Correlação (r/ρ)	0,200	-0,056	-0,156	0,177	0,382	-0,348
	Sig. (p)	0,372	0,806	0,489	0,431	0,080	0,112
	N	22	22	22	22	22	22
Glicose	Correlação (r/ρ)	-0,203	-0,036	-0,069	-0,343	0,332	-0,057
	Sig. (p)	0,376	0,877	0,766	0,128	0,142	0,807
	N	22	22	22	22	22	22
Colesterol Total	Correlação (r/ρ)	-0,399	0,190	-0,271	-0,066	-0,275	0,032
	Sig. (p)	0,066	0,397	0,222	0,772	0,216	0,887
	N	22	22	22	22	22	22
LDL-C	Correlação (r/ρ)	-0,241	0,342	-0,254	0,082	-0,300	-0,019
	Sig. (p)	0,280	0,119	0,255	0,717	0,174	0,932
	N	22	22	22	22	22	22
HDL-C	Correlação (r/ρ)	-0,388	-0,037	-0,246	-0,353	-0,140	-0,070
	Sig. (p)	0,074	0,870	0,270	0,107	0,533	0,758
	N	22	22	22	22	22	22
Triglicédeos	Correlação (r/ρ)	-0,158	0,323	-0,184	0,110	-0,040	0,104
	Sig. (p)	0,481	0,142	0,412	0,627	0,861	0,644
	N	22	22	22	22	22	22

Foi avaliado o coeficiente de Pearson (r) em todas as correlações exceto naquelas com a amplitude da prega subescapular, em que se reporta o coeficiente de correlação rho (ρ) visto esta variável não cumprir o pressuposto da normalidade.

PAD – pressão arterial diastólica. PAS – pressão arterial sistólica.

LDL-C – low density lipoprotein-cholesterol. HDL-C – high density lipoprotein-cholesterol.

Esp. – Espessura. Tempo de Compress. – tempo de compressibilidade. Ampl. – Amplitude.

Salientam-se a negrito as correlações significativas ($p < 0.050$).

Tabela IV. Correlação entre níveis de proteína C reativa ultra sensível (PCR-US) e fatores de risco cardiovascular.

Variável		Fatores de Risco Cardiovascular						
		PAS	PAD	Glicose	CT	LDL-C	HDL-C	TG
PCR-US	Correlação (r)	-0,120	-0,574	-0,411	0,307	0,342	0,230	-0,095
	Sig. (p)	0,725	0,065	0,209	0,358	0,304	0,497	0,781
	n	11	11	11	11	11	11	11

PAD – pressão arterial diastólica. PAS – pressão arterial sistólica. CT – colesterol total.

LDL-C – low density lipoprotein-cholesterol. HDL-C – high density lipoprotein-cholesterol. TG – triglicédeos.

PCR-US – Proteína C Reativa ultra sensível.

Tabela Suplementar I – Valor médio de espessura, tempo de compressibilidade e amplitude das pregas entre sexos.

		Feminino	Masculino	Análise Estatística (Feminino vs Masculino)
Prega Tricipital	Espessura	24,4 (± 6,1)	26,3 (± 7,3)	t (20) = 0,632; p = 0,534; d = 0,262
	Tempo de Compressibilidade	0,77 (± 0,43)	0,87 (± 0,29)	t (20) = 0,478; p = 0,638; d = 0,215
	Amplitude	8,6 (± 5,2)	6,4 (± 2,4)	t (13,9) = - 1,148; p = 0,270; d = - 0,498
Prega Subescapular	Espessura	24,9 (± 5,4)	26,1 (± 8,8)	t (20) = 0,387; p = 0,703; d = 0,162
	Tempo de Compressibilidade	1,01 (± 0,54)	0,98 (± 0,33)	t (20) = - 0,243; p = 0,811; d = - 0,119
	Amplitude	5,9 (± 3,1)	10,0 (± 5,2)	t (16,3) = 2,129; p = 0,049; d = 0,885

Salientam-se a negrito as correlações significativas (p < 0.050).

Tabela Suplementar II – Correlação parcial, com ajuste para a idade, entre as características das pregas e os fatores de risco cardiovascular.

Variável de Ajuste	Variáveis	Prega Tricipital			Prega Subescapular			
		Esp.	Tempo de Compress.	Ampl.	Esp.	Tempo de Compress.	Ampl.	
Idade	PAS	Correlação Parcial (r_p)	0,330	0,373	-0,217	0,414	0,277	0,044
		Sig. (p)	0,145	0,096	0,344	0,062	0,224	0,849
		gl	19	19	19	19	19	19
	PAD	Correlação Parcial (r_p)	0,296	0,008	-0,015	0,408	0,302	-0,239
		Sig. (p)	0,192	0,973	0,949	0,066	0,183	0,297
		gl	19	19	19	19	19	19
	Glicose	Correlação Parcial (r_p)	-0,219	0,068	-0,078	-0,259	0,398	0,135
		Sig. (p)	0,341	0,769	0,738	0,256	0,074	0,558
		gl	19	19	19	19	19	19
	CT	Correlação Parcial (r_p)	-0,416	0,182	-0,316	-0,102	-0,267	-0,013
		Sig. (p)	0,060	0,429	0,163	0,660	0,242	0,956
		gl	19	19	19	19	19	19
	LDL-C	Correlação Parcial (r_p)	-0,259	0,335	-0,302	0,055	-0,291	0,008
		Sig. (p)	0,258	0,137	0,183	0,814	0,201	0,974
		gl	19	19	19	19	19	19
	HDL-C	Correlação Parcial (r_p)	-0,374	-0,016	-0,213	-0,328	-0,190	-0,295
		Sig. (p)	0,095	0,945	0,355	0,146	0,409	0,195
		gl	19	19	19	19	19	19
	TG	Correlação Parcial (r_p)	-0,196	0,303	-0,272	0,038	0,015	0,159
		Sig. (p)	0,396	0,181	0,233	0,871	0,947	0,493
		gl	19	19	19	19	19	19

PAD – pressão arterial diastólica. PAS – pressão arterial sistólica. CT – Colesterol Total.

LDL-C – low density lipoprotein-cholesterol. HDL-C – high density lipoprotein-cholesterol. TG – Triglicerídeos.

Esp. – Espessura. Tempo de Compress. – tempo de compressibilidade. Ampl. – Amplitude. gl – graus de liberdade

Tabela Suplementar III – Comparação de médias de espessura e amplitude das pregas entre crianças com diferentes perfis tensionais e lipídicos.

		NormoTA	HTA	Análise Estatística
Prega Tricipital	Espessura	24,8 (± 7,5)	25,8 (± 6,3)	t(20) = -0,312, p = 0,759, d = -0,144
	Amplitude	7,2 (± 5,1)	7,6 (± 3,6)	t(20) = -0,245, p = 0,809, d = -0,090
Prega Subescapular	Espessura	25,1 (± 7,0)	25,9 (± 7,8)	t(20) = -0,260, p = 0,798, d = -0,108
	Amplitude	6,9 (± 3,5)	9,0 (± 5,3)	t(19,2) = -1,149, p = 0,265, d = -0,467
		Sem Dislipidemia	Com Dislipidemia	
Prega Tricipital	Espessura	23,3 (± 6,8)	26,1 (± 6,8)	t(20) = -0,877, p = 0,391, d = -0,411
	Amplitude	8,8 (± 6,5)	6,9 (± 3,2)	t(5,9) = 0,683, p = 0,520, d = 0,371
Prega Subescapular	Espessura	24,6 (± 8,5)	25,9 (± 7,0)	t(20) = -0,371, p = 0,714, d = -0,166
	Amplitude	6,9 (± 4,1)	8,5 (± 4,9)	t(20) = -0,728, p = 0,475, d = -0,354

NormoTA – tensão arterial normal. HTA – hipertensão arterial.

Tabela Suplementar IV – Correlação parcial, com ajuste para a idade, entre as características das pregas e os níveis de proteína C reativa ultra sensível (PCR-US).

Variável de Ajuste	Variável de Teste	Prega Tricipital			Prega Subescapular			
		Esp.	Tempo de Compress.	Ampl.	Esp.	Tempo de Compress.	Ampl.	
Idade	PCR-US	Correlação Parcial (r_p)	-0,273	-0,264	0,404	-0,275	-0,776	-0,064
		Sig. (p)	0,445	0,461	0,247	0,442	0,008	0,862
		gl	8	8	8	8	8	8

Esp. – Espessura. Tempo de Compress. – Tempo de Compressibilidade. Ampl. – Amplitude. gl, graus de liberdade.

PCR-US – Proteína C Reativa ultra sensível.

Salientam-se a negrito as correlações significativas ($p < 0.050$).

Figuras

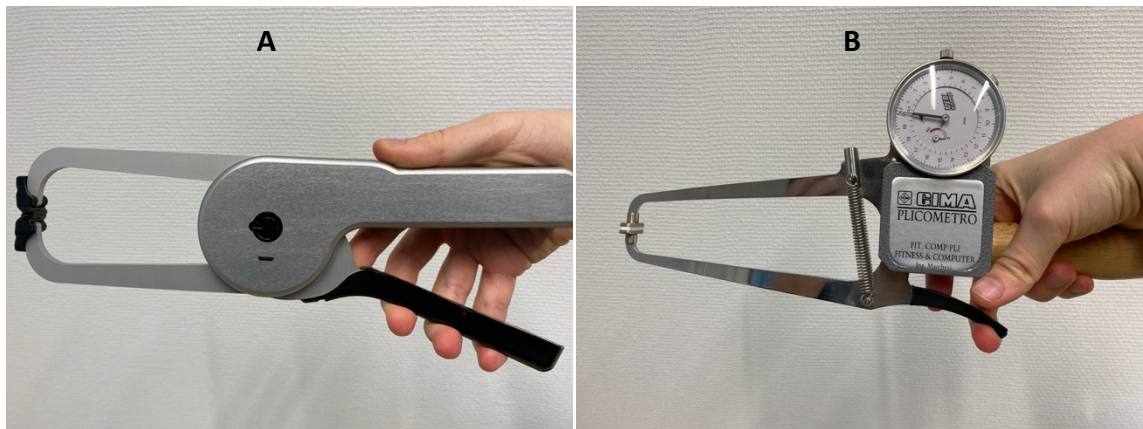


Figura 1. Lipocalibrador Digital Lipowise® (A) e Lipocalibrador Clássico GIMA® (B)

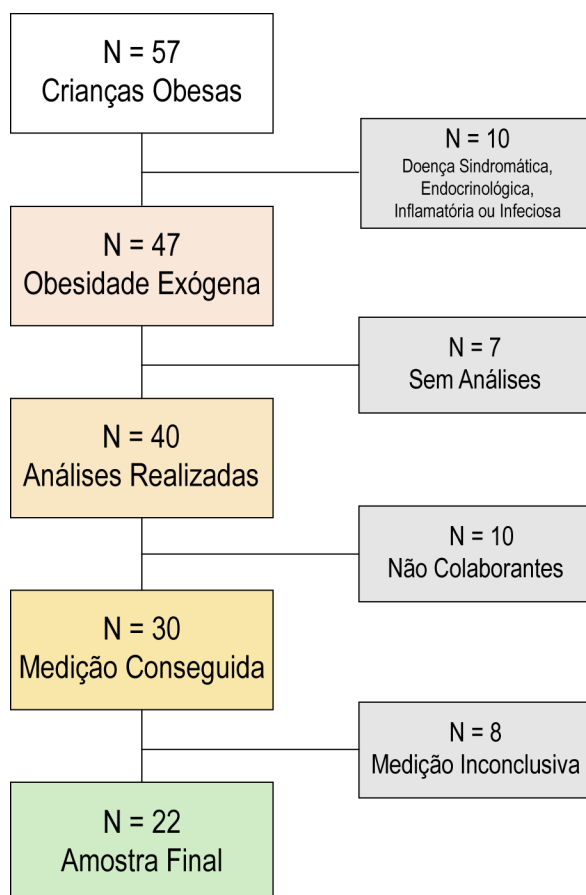


Figura 2. Seleção da amostra com aplicação dos critérios de exclusão.

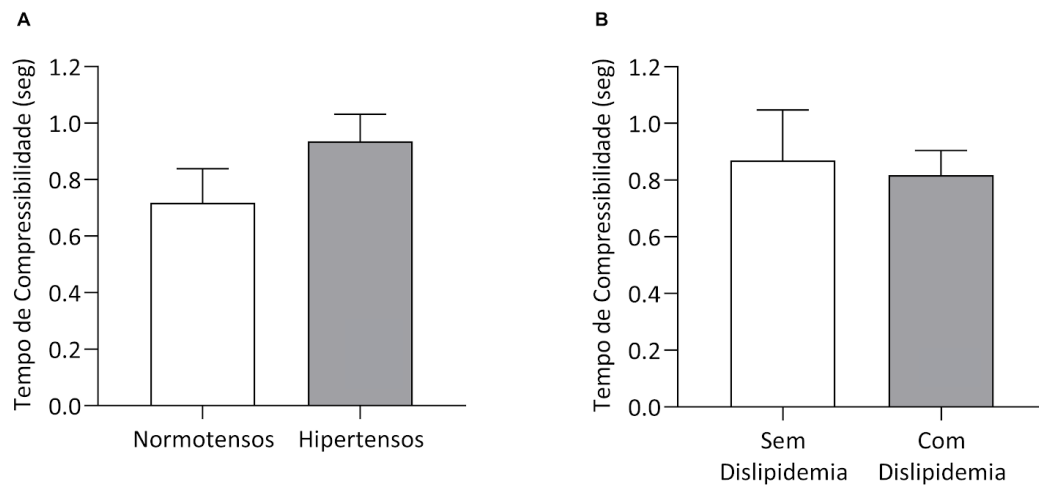


Figura 3. Comparação do tempo de compressibilidade da prega tricípital relativamente ao perfil tensional (**A**; $t(20) = -1,023$, $p = 0,319$, $d = -0,429$) e lipídico (**B**; $t(20) = 0,296$, $p = 0,770$, $d = 0,126$). Nenhuma comparação atingiu o limiar de significância.

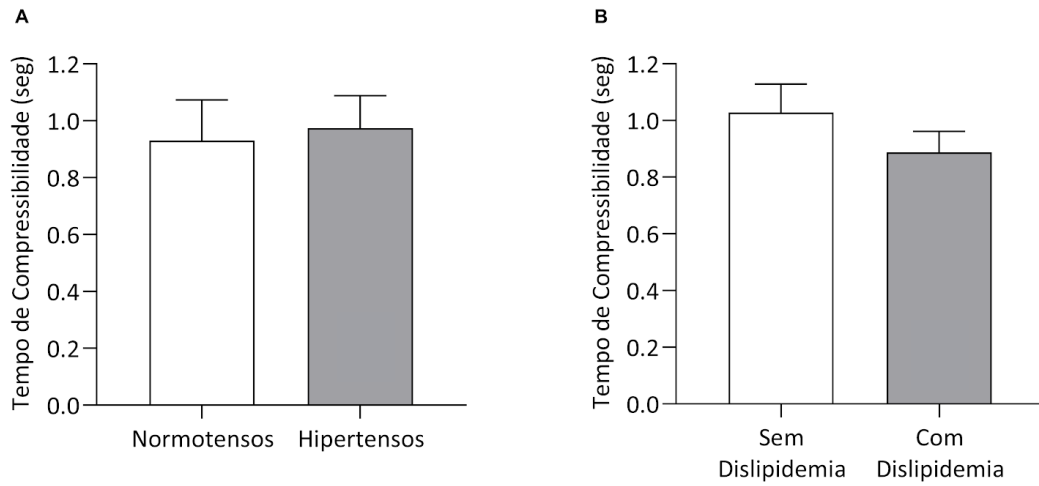


Figura 4. Comparação do tempo de compressibilidade da prega subescapular relativamente ao perfil tensional (**A**; $t(20) = -0,744$, $p = 0,466$, $d = -0,319$) e lipídico (**B**; $t(20) = 0,546$, $p = 0,591$, $d = 0,245$). Nenhuma comparação atingiu o limiar de significância.

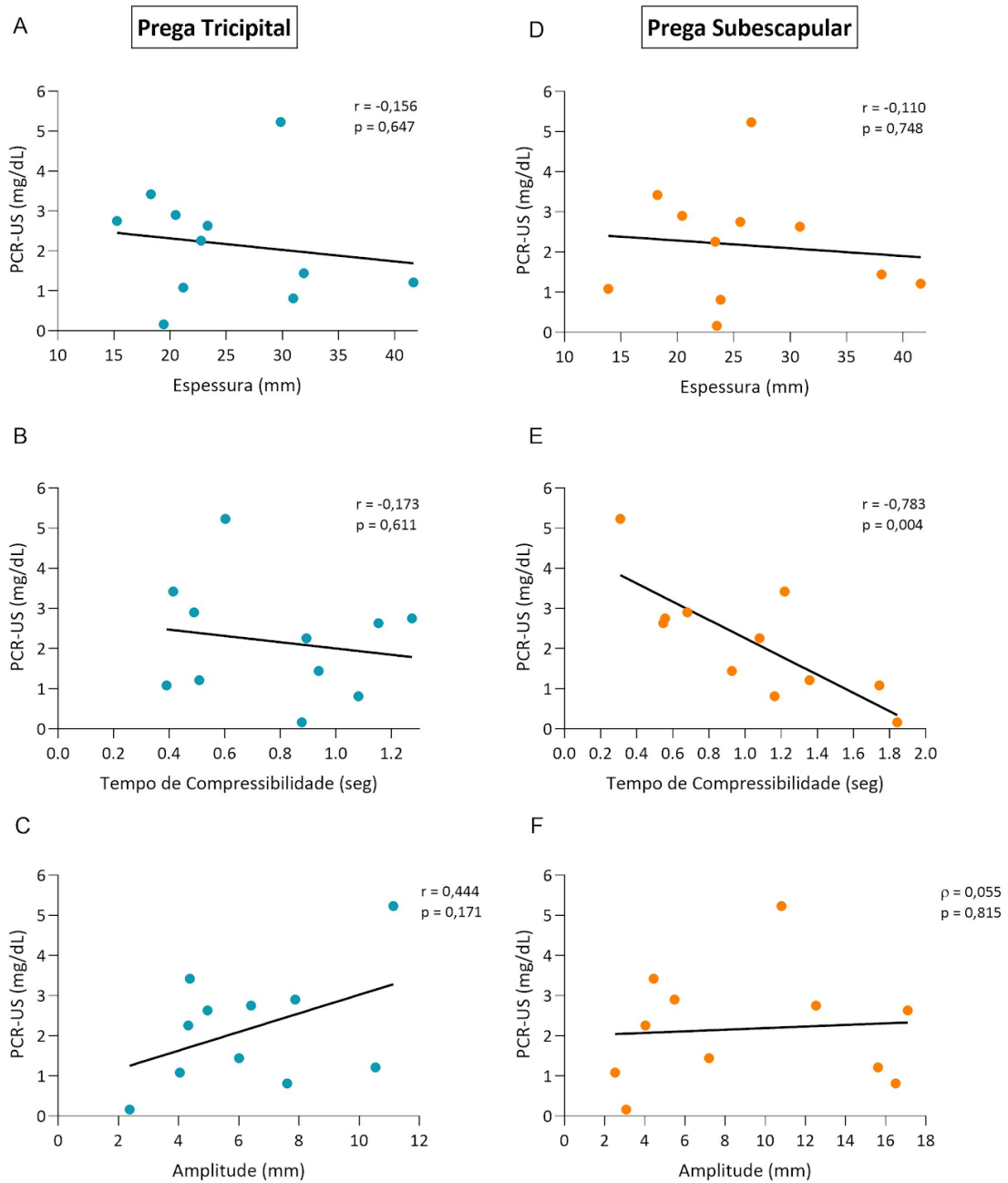


Figura 5. Gráficos de correlações entre as diferentes características das pregas tricipital (A – C) e prega subescapular (D – F), e o valor doseado de Proteína C reativa ultra sensível (PCR-US).

BIBLIOGRAFIA

1. World Health Organization. Taking action on childhood obesity. Geneva: WHO. 2018
2. Rito A, Cruz de Sousa R, Mendes S, Graça P. Childhood Obesity Surveillance Initiative: COSI Portugal 2016. *INSA, IP.* 2017;74:1-84.
3. Rodrigues PRM, Pereira RA, Gama A, et al. Body adiposity is associated with risk of high blood pressure in Portuguese schoolchildren. *Rev Port Cardiol.* 2018;37(4):285-292.
4. Bastien M, Poirier P, Lemieux I, Després JP. Overview of epidemiology and contribution of obesity to cardiovascular disease. *Prog Cardiovasc Dis.* 2014;56(4):369-81.
5. Maffei C, Tatò L. Long-Term Effects of Childhood Obesity on Morbidity and Mortality. *Hormone Research in Paediatrics.* 2001;55(suppl 1)(Suppl. 1):42-45.
6. Caprio S, Perry R, Kursawe R. Adolescent Obesity and Insulin Resistance: Roles of Ectopic Fat Accumulation and Adipose Inflammation. *Gastroenterology.* 2017;152(7):1638-1646.
7. Freedman DS, Mei Z, Srinivasan SR, Berenson GS, Dietz WH. Cardiovascular risk factors and excess adiposity among overweight children and adolescents: the Bogalusa Heart Study. *J Pediatr.* 2007;150(1):12-17.e2.
8. Ferreira Mansilha H. How heavy is the impact of childhood obesity on cardiovascular risk? *Rev Port Cardiol.* 2018;37(4):293-295.
9. Blake GJ, Ridker PM. Novel clinical markers of vascular wall inflammation. *Circ Res.* 2001;89(9):763-71.
10. Codoñer-Franch P, Valls-Bellés V, Arilla-Codoñer A, Alonso-Iglesias E. Oxidant mechanisms in childhood obesity: the link between inflammation and oxidative stress. *Transl Res.* 2011;158(6):369-84.
11. Canello R, Clement K. Is obesity an inflammatory illness? Role of low-grade inflammation and macrophage infiltration in human white adipose tissue. *BJOG.* 2006;113(10):1141-7.
12. Rondinone CM. Adipocyte-derived hormones, cytokines, and mediators. *Endocrine.* 2006;29(1):81-90.
13. Nascimento H, Alves AI, Medeiros AF, et al. Impact of a School-Based Intervention Protocol - ACORDA Project - On Adipokines in An Overweight and Obese Pediatric Population. *Pediatr Exerc Sci.* 2016;28(3):407-16.
14. Nascimento H, Costa E, Rocha S, et al. Adiponectin and markers of metabolic syndrome in obese children and adolescents: impact of 8-mo regular physical exercise program. *Pediatr Res.* 2014;76(2):159-65.
15. Freedman DS, Sherry B. The Validity of BMI as an Indicator of Body Fatness and Risk Among Children. *Pediatrics.* 2009;124(Supplement 1):S23.
16. de Onis M, Habicht JP. Anthropometric reference data for international use: recommendations from a World Health Organization Expert Committee. *Am J Clin Nutr.* 1996;64(4):650-8.
17. Wong WW, Stuff JE, Butte NF, Smith EO, Ellis KJ. Estimating body fat in African American and white adolescent girls: a comparison of skinfold-thickness equations with a 4-compartment criterion model. *Am J Clin Nutr.* 2000;72(2):348-54.
18. Horan M, Gibney E, Molloy E, McAuliffe F. Methodologies to assess paediatric adiposity. *Ir J Med Sci.* 2015;184(1):53-68.
19. Callias C, Ezri J, Marques-Vidal PM, Nydegger A. Assessment of skinfold thickness equations in estimating body composition in children with inflammatory bowel disease. *J Paediatr Child Health.* 2016;52(5):547-55.
20. Clarys JP, Martin AD, Drinkwater DT, Marfell-Jones MJ. The skinfold: myth and reality. *J Sports Sci.* 1987;5(1):3-33.
21. Himes JH, Roche AF, Siervogel RM. Compressibility of skinfolds and the measurement of subcutaneous fatness. *Am J Clin Nutr.* 1979;32(8):1734-40.

22. Ward R, Anderson G. Examination of the skinfold compressibility and skinfold thickness relationship. *Am J Hum Biol.* 1993;5(5):541-548.
23. Bini A, Amaral TF, Oliveira BMPM, Carvalho PR, Teixeira VH. Skinfolds compressibility and calliper's time response in male athletes. *Progress in Nutrition.* 2018;20(2):273-278.
24. Bray GA, DeLany JP, Volaufova J, Harsha DW, Champagne C. Prediction of body fat in 12-year-old African American and white children: evaluation of methods. *Am J Clin Nutr.* 2002;76(5):980-90.
25. Sousa AS, Pichel F, Amaral TF. Triceps skinfold compressibility in hospitalized patients. *Nutr Hosp.* 2017;34(3):619-625.
26. F Amaral T, Restivo M, Guerra R, Marques E, Chousal MF, Mota J. Accuracy of a digital skinfold system for measuring skinfold thickness and estimating body fat. *The British journal of nutrition.* 2011;105:478-84.
27. Quintas MR, Andrade TF, Restivo MT, Chouzal MF, Amaral T. LipoWise: A New Generation of Skinfold Calipers. *Sensors & Transducers.* 2015;185(2):162-169.
28. Restivo MT, Amaral TF, Chouzal MF, et al. A digital calliper for training and study purposes. *Asia Pac J Clin Nutr.* 2012;21(2):182-90.
29. Sawyer SM, Azzopardi PS, Wickremarathne D, Patton GC. The age of adolescence. *Lancet Child Adolesc Health.* 2018;2(3):223-228.
30. Loomba-Albrecht LA, Styne DM. Effect of puberty on body composition. *Curr Opin Endocrinol Diabetes Obes.* 2009;16(1):10-5.
31. World Health Organization. *Child Growth Standards: Length/Height-for-Age, Weight-for-Age, Weight-for-Length, Weight-for-Height and Body Mass Index-for-Age: Methods and Development.* Geneva: WHO. 2006.
32. CDC. *National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES): Anthropometry Procedures Manual.* Atlanta: National Center for Health Statistics. 2017.
33. Quetelet, A. *Anthropométrie ou Mesure des différentes facultés de l'homme.* Bruxelles: C. Muquardt. 1871.
34. Brambilla P, Bedogni G, Heo M, Pietrobelli A. Waist circumference-to-height ratio predicts adiposity better than body mass index in children and adolescents. *Int J Obes.* 2013;37(7):943-6.
35. McCarthy HD, Ashwell M. A study of central fatness using waist-to-height ratios in UK children and adolescents over two decades supports the simple message--'keep your waist circumference to less than half your height'. *Int J Obes.* 2006;30(6):988-92.
36. Flynn JT, Kaelber DC, Baker-Smith CM, et al. *Clinical Practice Guideline for Screening and Management of High Blood Pressure in Children and Adolescents.* *Pediatrics.* 2017;140(3).
37. National High Blood Pressure Education Program Working Group on High Blood Pressure in Children and Adolescents. The fourth report on the diagnosis, evaluation, and treatment of high blood pressure in children and adolescents. *Pediatrics.* 2004;114(2 Suppl 4th Report):555-76.
38. Expert Panel on Integrated Guidelines for Cardiovascular Health and Risk Reduction in Children and Adolescents; National Heart, Lung, and Blood Institute. Expert panel on integrated guidelines for cardiovascular health and risk reduction in children and adolescents: summary report. *Pediatrics.* 2011;128 Suppl 5(Suppl 5):S213-S256.
39. American Diabetes Association. 2. Classification and Diagnosis of Diabetes: Standards of Medical Care in Diabetes-2018. *Diabetes Care.* 2018;41(Suppl 1):S13-s27.
40. Silva DR, Ribeiro AS, Pavao FH, et al. Validity of the methods to assess body fat in children and adolescents using multi-compartment models as the reference method: a systematic review. *Rev Assoc Med Bras (1992).* 2013;59(5):475-86.
41. Sempe M, Pedron G, Roy-Pernot M. *Auxologie: méthodes et séquences.* Paris: Théraplix. 1979.
42. CDC. *National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES): Anthropometry Procedures Manual.* Atlanta: National Center for Health Statistics. 2009.

43. Landgraf K, Rockstroh D, Wagner IV. Evidence of early alterations in adipose tissue biology and function and its association with obesity-related inflammation and insulin resistance in children. *Diabetes*. 2015;64(4):1249-61.
44. Després JP. Body fat distribution and risk of cardiovascular disease: an update. *Circulation*. 2012;126(10):1301-13.
45. Zhang YX, Wang SR, Zhao JS, Chu ZH. Truncal pattern of subcutaneous fat distribution is associated with obesity and elevated blood pressure among children and adolescents. *Blood Press*. 2018;27(1):25-31.
46. Hattori K, Okamoto W. Skinfold compressibility in Japanese university students. *Okajimas Folia Anat Jpn*. 1993;70(2-3):69-77.
47. Chang E, Varghese M, Singer K. Gender and Sex Differences in Adipose Tissue. *Current Diabetes Reports*. 2018;18(9):69.
48. Silva DA, Pelegriani A, de Lima ESJM, Petroski EL. Epidemiology of whole body, peripheral, and central adiposity in adolescents from a Brazilian state capital. *Eur J Pediatr*. 2011;170(12):1541-50.
49. Rimárová K, Dorko E, Diabelková J. Anthropometric predictors of systolic and diastolic blood pressure considering intersexual differences in a group of selected schoolchildren. *Cent Eur J Public Health*. 2018;26 Suppl:S4-s11.
50. Moser DC, Giuliano Ide C, Titski AC, Gaya AR, Coelho-e-Silva MJ, Leite N. Anthropometric measures and blood pressure in school children. *J Pediatr*. 2013;89(3):243-9.
51. Nascimento H, Costa E, Rocha-Pereira P, et al. Cardiovascular risk factors in portuguese obese children and adolescents: impact of small reductions in body mass index imposed by lifestyle modifications. *The Open Biochemistry Journal*. 2012;6:43-50.
52. Cook DG, Mendall MA, Whincup PH, et al. C-reactive protein concentration in children: relationship to adiposity and other cardiovascular risk factors. *Atherosclerosis*. 2000;149(1):139-50.
53. López-Jaramillo P, Herrera E, Garcia RG, Camacho PA, Castillo VR. Inter-relationships between body mass index, C-reactive protein and blood pressure in a Hispanic pediatric population. *Am J Hypertens*. 2008;21(5):527-32.