



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE CIÊNCIAS MÉDICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM NEUROPSIQUIATRIA E CIÊNCIAS DO
COMPORTAMENTO

ANA BEATRIZ JANUÁRIO DA SILVA

**NÍVEIS SÉRICOS DE VITAMINA D, PARÂMETROS ANTROPOMÉTRICOS E
ASPECTOS NEUROMOTORES EM CRIANÇAS DE 7 A 11 ANOS EM ESCOLAS
MUNICIPAIS DA VITÓRIA DE SANTO ANTÃO - PE**

Recife
2022

ANA BEATRIZ JANUÁRIO DA SILVA

NÍVEIS SÉRICOS DE VITAMINA D, PARÂMETROS ANTROPOMÉTRICOS E
ASPECTOS NEUROMOTORES EM CRIANÇAS DE 7 A 11 ANOS EM ESCOLAS
MUNICIPAIS DA VITÓRIA DE SANTO ANTÃO - PE

Dissertação apresentada ao Programa de
Pós-Graduação em Neuropsiquiatria e
Ciências do Comportamento da
Universidade Federal de Pernambuco,
como requisito parcial para obtenção do
título de mestre.

Área de concentração: Neurociências

Orientador: Profa. Dra. Claudia Jacques Lagranha

Coorientador: Profa. Dra. Viviane de Oliveira Nogueira Souza

Profa. Dra. Waleska Maria Almeida Barros

Recife

2022

Catálogo na fonte:
Elaine Freitas, CRB4:1790

S586n Silva, Ana Beatriz Januário da
Níveis séricos de vitamina D, parâmetros antropométricos e aspectos neuromotores em crianças de 7 a 11 anos em escolas municipais da Vitória da Santo Antão - PE / Ana Beatriz Januário da Silva. – 2022.
148 p. ; il.

Orientadora: Cláudia Jacques Lagranha.
Coorientadora: Viviane de Oliveira Nogueira Souza.
Coorientadora: Waleska Maria Almeida Barros.
Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco.
Centro de Ciências da Saúde. Programa de Pós-graduação em Neuropsiquiatria e Ciências do Comportamento. Recife, 2022.

Inclui referência, apêndices e anexos.

1. Deficiência de vitamina D. 2. Antropometria. 3. Desempenho neuromotor. 4. Habilidade motora. 5. Vitamina D. I. Lagranha, Cláudia Jacques (orientadora). II. Souza, Viviane de Oliveira Nogueira (coorientadora). III. Barros, Waleska Maria Almeida (coorientadora). IV. Título.

618.97 CDD (23.ed.) UFPE (CCS 2022 - 281)

ANA BEATRIZ JANUÁRIO DA SILVA

NÍVEIS SÉRICOS DE VITAMINA D, PARÂMETROS ANTROPOMÉTRICOS E
ASPECTOS NEUROMOTORES EM CRIANÇAS DE 7 A 11 ANOS EM ESCOLAS
MUNICIPAIS DA VITÓRIA DE SANTO ANTÃO - PE

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Neuropsiquiatria e Ciências do Comportamento da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para obtenção do título de mestre na área de concentração Neurociências.

Aprovado em: 29/08/2022

BANCA EXAMINADORA

Prof^a. Dr^a. Rosana Christine Cavalcanti Ximenes (Examinador Interno)
Universidade Federal de Pernambuco - UFPE

Prof^a. Dr^a. Raquel Da Silva Aragão (Examinador Externo)
Universidade Federal de Pernambuco - UFPE

Prof^a. Dr^a. Talitta Ricarlly Lopes de Arruda Lima (Examinador Externo)
Centro Universitário da Vitória de Santo Antão - UNIVISA

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por me dar forças e discernimento para concluir os objetivos traçados em minha vida e concluir mais uma etapa na academia.

Aos meus pais, **Ana Maria Lyra da Silva** e **Daniel Januário da Silva**, gostaria não só de agradecer mas também de dedicar toda essa pesquisa. Os esforços realizados por eles em toda a minha vida pessoal e acadêmica para que eu pudesse chegar até onde estou foram cruciais para o meu desenvolvimento. Amo vocês mais que tudo.

Ao meu irmão **João Pedro Lyra da Silva** que sempre foi e será uma grande inspiração para a vida. Embora tenhamos muitas diferenças, meu amor por você é imensurável.

À minha orientadora **Cláudia Lagranha**, muito obrigada por aceitar o desafio da minha orientação. Sua competência é admirável. À professora **Viviane Nogueira**, agradeço por toda a confiança depositada em mim e pelo incentivo à produção acadêmica.

À professora **Waleska Barros**, que é um exemplo de mulher, professora e pesquisadora. Gostaria que você soubesse que jamais vou conseguir reunir palavras que contemplem tamanha satisfação em poder dividir parte da minha vida com você. Com certeza levarei você e seus ensinamentos para sempre comigo.

Ao programa **POSNEURO** e a todos os seus funcionários, pelo suporte para a realização dessa etapa tão importante em minha formação, agradeço em especial a **Ivan Baracho** por toda a disponibilidade na resolução de qualquer problema. À **Prefeitura Municipal de Vitória de Santo Antão**, através da Secretaria de educação, pela liberação para a realização da pesquisa e ao **Prefeito Paulo Roberto Leite de Arruda** e vice-prefeito **Edmo Neves** pelo apoio à realização dessa pesquisa.

Aos integrantes e exintegrantes do grupo de pesquisa PLASCARDIO, **Ana Patrícia, Mariluce Rodrigues, Maria Eduarda, José Maurício, Mayara Luclécia, Taciane do Carmo, Roberta Karlize, Karollainy Gomes, Wallace, Robson Feliciano e Priscyla Evelyn** gostaria de agradecer e dizer que vocês são especiais. Foram fundamentais para que essa pesquisa acontecesse, bem como os alunos de iniciação científica que me acompanharam de perto: **Samuel, Sérgio e Adrielle**. Não menos importante, agradeço também à equipe de enfermagem que demonstrou

maestria, habilidades técnicas e muita humanidade, muito obrigada **Adriana Guimarães, Elida Santos e Karol Gomes.**

À todos os **funcionários** das escolas que foram suporte, que permitiram e nos acolheram durante todo o processo desse projeto. Às **crianças** que foram voluntárias e aos **pais** que permitiram suas participações.

À **Beatriz Machado**, minha companheira de vida, obrigada por toda a dedicação para que fosse possível a execução desse trabalho. Sem você, sem seu apoio e amor, eu jamais teria conseguido. Obrigada por toda paciência, eu amo você.

RESUMO

A vitamina D (Vit. D) é uma vitamina lipossolúvel e junto com seus metabólitos desempenham funções como a homeostase do cálcio, além de ações extra esqueléticas. Baixos níveis de Vit. D podem prejudicar o desenvolvimento do desempenho motor e da coordenação, além de apresentar associação negativa com o índice de massa corporal (IMC), contudo tais fenômenos não são consenso para a população infantil. Objetivou-se com esse estudo investigar a relação entre os níveis de vitamina D, antropometria e aspectos neuromotores de crianças entre 7 e 11 anos em escolas municipais da cidade de Vitória de Santo Antão-PE. Trata-se de um estudo transversal analítico, em que foram analisados dados sociodemográficos, maturação sexual, composição corporal, força de preensão manual (FPM), desempenho motor e níveis de Vit. D. Para os dados sociodemográficos e maturação sexual, foram utilizados questionário e escala específicas. Para a composição corporal, foram analisados o peso, estatura, circunferência de cintura (CC) e dobras cutâneas. Para a FPM, dinamômetro de preensão manual digital e para o desempenho motor foi utilizada a bateria de testes *Köperkoordinations test für kinder* (KTK). Para a Vit. D foi utilizado soro sanguíneo e quantificado por quimioluminescência. Foram avaliados 134 indivíduos, dentre esses 68 do sexo masculino e 66 do sexo feminino. Com relação à antropometria, as crianças avaliadas em sua maioria, estavam com peso, altura, IMC e percentual de gordura corporal (%G) adequados para a idade. No que diz respeito à FPM, as crianças estavam, em sua maioria, no percentil 75 em ambos os hemisférios avaliados. Já em relação ao desempenho motor, a média do quociente motor foi $98,08 \pm 15,48$ pontos no escore. Independente do grupo analisado, a maior parte das crianças obtiveram classificação normal para o desempenho motor. Foram encontradas correlações: fraca positiva entre a Vit. D e o escore do KTK tanto nas crianças com idade entre 7 e 9 anos ($r = 0,31$, $p = 0,039$), quanto nas crianças com idade entre 10 e 11 anos ($r = 0,35$, $p = 0,029$); fraca negativa entre Vit. D e peso corporal nas crianças com idade entre 10 e 11 anos ($r = -0,34$, $p = 0,031$) e fraca negativa entre a Vit. D e o %G nas crianças de 10 a 11 anos ($r = -0,32$, $p = 0,046$). Os resultados reforçam a importância da identificação precoce da hipovitaminose D e suas correlações com os parâmetros antropométricos e os aspectos neuromotores ainda na infância, a fim de reduzir danos na funcionalidade muscular e metabólica.

Palavras-chaves: deficiência de vitamina D; antropometria; desempenho neuromotor; habilidade motora; vitamina D.

ABSTRACT

Vitamin D (Vit. D) is a fat-soluble vitamin and, together with its metabolites, perform functions such as calcium homeostasis, in addition to extra skeletal actions. Low Vit levels. D can impair the development of motor performance and coordination, in addition to having a negative association with body mass index (BMI), however such phenomena are not a consensus for the child population. The objective of this study was to investigate the relationship between vitamin D levels, anthropometry and neuromotor aspects of children between 7 and 11 years old in municipal schools in the city of Vitória de Santo Antão-PE. This is an analytical cross-sectional study, in which sociodemographic data, sexual maturation, body composition, handgrip strength (HGS), motor performance and Vit levels were analyzed. D. For sociodemographic data and sexual maturation, a specific questionnaire and scale were used. For body position, weight, height, waist circumference (WC) and skinfolds were analyzed. For HGS, digital handgrip dynamometer and for motor performance, the Körperkoordinations test für kinder (KTK) test battery was used. For Vit. D blood serum was used and quantified by chemiluminescence. A total of 134 individuals were evaluated, among which 68 were male and 66 were female. Regarding anthropometry, the majority of the children evaluated were with adequate weight, height, BMI and percentage of body fat (%BF) for their age. With regard to HGS, most children were in the 75th percentile in both evaluated hemibodies. Regarding motor performance, the average motor quotient was 98.08 ± 15.48 points in the score. Regardless of the group analyzed, most children obtained normal classification for motor performance. Correlations were found: weak positive between Vit. D and the KTK score both in children aged between 7 and 9 years ($r = 0.31$, $p = 0.039$), and in children aged between 10 and 11 years ($r = 0.35$, $p = 0.029$); weak negative between Vit. D and body weight in children aged between 10 and 11 years ($r = -0.34$, $p = 0.031$) and weak negative between Vit. D and %F in children aged 10 to 11 years ($r = -0.32$, $p = 0.046$). The results reinforce the importance of early identification of hypovitaminosis D and its correlations with anthropometric parameters and neuromotor aspects in childhood, in order to reduce damage to muscle and metabolic functionality.

Keywords: vitamin D deficiency; anthropometry; neuromotor performance; motor skill; vitamin D.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 -	Metabolismo da vitamina D	17
Figura 2 -	Complexo 1,25OHD-VDR-RXR	18
Quadro 1 -	Definições dos níveis de vitamina D em crianças	20
Figura 3 -	Treinamento da equipe	32
Figura 4 -	Padronização da conduta para a coleta de sangue	33
Figura 5 -	Mensurações do peso corporal e estatura	35
Figura 6 -	Coleta de sangue nas escolas municipais	41
Gráfico 1 -	Informações sobre a maturação sexual dos participantes em grupos de categoria dos critérios de Tanner	46
Gráfico 2 -	Valores absolutos do quantitativo de crianças por classificação de % de gordura corporal	48
Gráfico 3 -	Diferenças etárias dos níveis séricos de Vit. D	50
Gráfico 4 -	Comparação das médias dos níveis séricos de Vit. D	53

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	Dados sociodemográficos dos voluntários da pesquisa	42
Tabela 2 -	Descrições hemodinâmicas, antropométricas, neuromusculares e dos níveis de vitamina D	47
Tabela 3 -	Diferenças da frequência relativa (%) da classificação da FPM em relação à mão avaliada e à idade	48
Tabela 4 -	Diferenças descritivas entre dois grupos etários para a classificação e escores das atividades motoras do teste KTK	49
Tabela 5 -	Correlações entre os <i>status</i> de Vit. D e as variáveis antropométricas e neuromotoras em dois grupos etários	51

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AGS	<i>American Geriatrics Society</i>
Ca ²⁺	Cálcio
CC	Circunferência de Cintura
DBP	Proteína de ligação à vitamina D
ES	<i>Endocrine Society</i>
FGF-23	Fator de crescimento fibroblastos 23
FPM	Força de preensão manual
IBGE	Instituto brasileiro de geografia e estatística
IMC	Índice de massa corporal
IOF	<i>International Osteoporosis Foundation</i>
IOM	<i>Institute of medicine</i>
iPTH	<i>Intact parathyroid hormone</i>
KTK	<i>Körperkoordinations test für kinder</i>
MAPK	Proteína quinase ativada por mitogênio
NFG	Fator de crescimento nervoso
NOF	<i>National osteoporosis foundation</i>
OMS	Organização mundial da saúde
PTH	Hormônio da paratireóide
RXR	Receptor de retinóide X
UV	Ultravioleta
VDR	Receptor de vitamina D
VDREs	Elementos responsivos à vitamina D
VDSP	<i>Vitamin D Standardization Program</i>
Vit D	Vitamina D
1,25(OH)2D3	1,25-dihidroxicitocina D3
25(OH)D3	25-hidroxivitamina D3

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	13
2	REFERENCIAL TEÓRICO.....	16
2.1	O METABOLISMO DA VITAMINA D.....	16
2.2	EPIDEMIOLOGIA DA HIPOVITAMINOSE D EM CRIANÇAS.....	19
2.3	PARÂMETROS ANTROPOMÉTRICOS E A VITAMINA D.....	23
2.4	A VITAMINA D E OS ASPECTOS NEUROMOTORES.....	25
3	PERGUNTA CONDUTORA.....	27
4	OBJETIVO.....	28
4.1	OBJETIVO GERAL.....	28
4.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	28
5	MATERIAIS E MÉTODOS.....	29
5.1	TIPO DE ESTUDO.....	29
5.2	LOCAL DO ESTUDO.....	29
5.3	AMOSTRA DE PARTICIPANTES.....	29
5.4	CÁLCULO AMOSTRAL DO ESTUDO.....	29
5.5	CRITÉRIOS DE ELEGIBILIDADE.....	30
5.6	A PANDEMIA PELO COVID-19.....	30
5.7	RECRUTAMENTO DOS PARTICIPANTES.....	30
5.8	PERÍODO DA COLETA DE DADOS.....	33
5.9	INSTRUMENTOS E PROCEDIMENTOS DA COLETA DE DADOS.....	33
5.10	ASPECTOS ÉTICOS.....	41
5.11	ANÁLISE DOS DADOS.....	42
6	RESULTADOS.....	43
6.1	RESULTADO SUPLEMENTAR.....	52
7	DISCUSSÃO.....	54
8	CONCLUSÃO.....	63
	REFERÊNCIAS.....	64
	APÊNDICE A – ARTIGO 1.....	77
	APÊNDICE B – ARTIGO SUBMETIDO SOBRE O TEMA DA DISSERTAÇÃO.....	84

APÊNDICE C – QUESTIONÁRIO SOCIODEMOGRÁFICO.....	120
ANEXO A – TCLE.....	124
ANEXO B – TALE.....	128
ANEXO C – ESCALA DE TANNER.....	132
ANEXO D – FICHA DO KTK.....	133
ANEXO E – TABELA DA TAREFA EQUILÍBRIO A TRAVE.....	135
ANEXO F – TABELA DA TAREFA SALTO MONOPODAL.....	137
ANEXO G – TABELA DA TAREFA SALTO LATERAL.....	140
ANEXO H – TABELA DA TAREFA TRANSFERÊNCIA SOBRE A PLATAFORMA.....	143
ANEXO I – TABELA PARA SOMATÓRIO DE QUOCIENTE MOTOR.....	145
ANEXO J – VALORES NORMATIVOS PARA FPM.....	148

1 INTRODUÇÃO

A vitamina D (Vit. D) é uma vitamina lipossolúvel e junto com seus metabólitos desempenham funções como a homeostase do cálcio (GIL; PLAZA-DIAZ; MESA, 2018). Essa vitamina possui duas formas principais: Vit. D₂ e D₃, que são obtidas respectivamente através de fungos como o cogumelo e do consumo de peixes oleosos, como também a partir da foto conversão do 7-desidrocolesterol após exposição de raios ultra violeta (UV) (HOLICK, Michael F., 2005). Dessa forma, tanto a Vit D₂ quanto a D₃ através da proteína de ligação sérica à vitamina D (DBP), seguem para o fígado, onde sofrem ação pela enzima vitamina D-25-hidroxilase sintetizando a 25-hidroxivitamina D (25[OH]D₃); no rim, a enzima 25-hidroxivitamina D-1- α -hidroxilase converte a 25(OH)D₃ em 1,25[OH]₂D₃ (HOLICK, Michael F., 2007).

A forma biologicamente ativa da Vit. D é 1,25(OH)D₃ (Calcitriol) que, a partir da sua ligação com o Receptor de Vitamina D (VDR), desempenham respostas rápidas através da ativação de vias de interação do segundo mensageiro e respostas genômicas (HAUSSLER *et al.*, 2011; KSIAŻEK; ZAGRODNA; SŁOWIŃSKA-LISOWSKA, 2019). O VDR se localiza em estruturas cavéolas da membrana plasmática e quando ligado ao calcitriol influencia na resposta celular através da ativação de fosfatases, quinases e canais iônicos, ativando vias de segundo mensageiro. Além disso, para atividade genômica, é necessário formar um complexo de transdução de sinal ativo e, para isso, o complexo Vit. D – VDR se liga ao receptor de retinoide X (RXR) não ocupado, originando o heterodímero VDR-RXR (BOLLEN; ATHERTON, 2021).

Segundo Rosenstreich (1971), a Vit. D se acumula nos tecidos adiposo e muscular. No tocante ao tecido adiposo, ferramentas como o índice de massa corporal (IMC) são utilizadas para relacionar a adiposidade e o excesso de peso a problemas de saúde e o IMC é um determinante dos níveis séricos de Vit. D [25(OH)D], por isso indivíduos com maior IMC apresentam deficiência dessa vitamina no organismo (BASSATNE *et al.*, 2019). Contudo, Wojcik (2017) ressalta que, embora haja relação negativa entre os níveis de Vit. D e a obesidade, a hipovitaminose D é uma consequência e não a causa da obesidade. Além disso, em humanos, há a expressão de VDR e de 25-hidroxivitamina d-1- α -hidroxilase no músculo (BOLLEN; ATHERTON, 2021). A relação entre os níveis de Vit. D e o músculo/função muscular é vasta e pode modificar o grau de força distal, mais precisamente a força de preensão manual

(BOZSODI *et al.*, 2016), a contração muscular através do controle das concentrações de cálcio (HAMILTON, 2010), a estimulação do crescimento das células musculares (CHIANG *et al.*, 2017) e o aumento na velocidade e força da contração muscular (KSIĄŻEK; ZAGRODŃA; SŁOWIŃSKA-LISOWSKA, 2019).

Os primeiros 1.000 dias de vida é o período em que o acervo motor é ampliado e novas habilidades são adquiridas tais como o sentar, engatinhar, deambular, agachar, correr e o controle de objetos, o desenvolvimento neuropsicomotor ocorre de forma mais acelerada. Além disso, aspectos que envolvem a linguagem, o raciocínio, a memória e o aprendizado também se desenvolvem nesse estágio (NUNES; COSTA; SOUZA, 2021). Nesse sentido, pesquisadores discutem a possibilidade do desenvolvimento neuromotor durante a infância ser um preditor do atraso geral do neurodesenvolvimento, mesmo esse não sendo uma medida geral de funções cerebrais superiores (SERDAREVIC *et al.*, 2020). Ainda mais, é importante destacar que a Vit. D também está relacionada ao desenvolvimento infantil (FILTEAU *et al.*, 2016).

Dessa forma, baixos níveis de Vit. D podem prejudicar o desenvolvimento do desempenho motor e da coordenação, esta sendo a capacidade motora de utilizar os músculos esqueléticos em uma ação global eficiente (KOUNDOURAKIS *et al.*, 2016). Assim como a coordenação motora, o equilíbrio também é uma capacidade física, visto que, quando em pé, o centro de massa do corpo está em constante movimento e o equilíbrio controla a musculatura para a manutenção dessa posição e sofre alteração também de condições sensoriais. Além do mais, a oscilação e a aceleração de baixa e alta frequências, a força muscular e os movimentos estão relacionados ao equilíbrio e necessitam da codificação por vias aferentes sensoriais dos sistemas vestibular, somatossensorial, visual e auditivo (FORBES; CHEN; BLOUIN, 2018). Embora o mecanismo preciso do efeito da Vit. D sobre o equilíbrio estático e dinâmico seja desconhecido, estudos demonstram que há uma associação entre esses, o que não é diferente durante o período da infância, entretanto, há uma lacuna acerca dos mecanismos subjacentes (COSMAN *et al.*, 2014; HILL; ASPRAY, 2017; KOUNDOURAKIS *et al.*, 2016; PLEASURE *et al.*, 1979).

Autores verificaram que crianças e adolescentes são mais suscetíveis ao desenvolvimento da hipovitaminose D, a qual é considerada um problema global de saúde que atinge todas as faixas etárias (BISCHOFF-FERRARI *et al.*, 2006;

PALACIOS; GONZALEZ, 2014; SAGGESE *et al.*, 2015). De forma geral, o Brasil, apesar de ser um país tropical, há uma alta prevalência de hipovitaminose D (BANDEIRA *et al.*, 2010; RIBEIRO *et al.*, 2020; SANTOS, B. R. *et al.*, 2019), inclusive em crianças (BITTAR; CASTRO; SZEJNFELD, 2018; ELOI *et al.*, 2016; PINHEIRO *et al.*, 2008). No entanto, a região nordeste do país carece de dados acerca dos níveis de Vit. D da sua população, além das associações entre os diferentes níveis de Vit. D e os desdobramentos extra esqueléticos em crianças e adolescentes saudáveis não atletas são pouco exploradas. Por isso, o objetivo do presente estudo é investigar a possível associação entre os níveis de vitamina D, antropometria e aspectos neuromotores de crianças.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 O METABOLISMO DA VITAMINA D

A Vit. D é obtida pelo organismo por meio de duas fontes primárias: a dieta e a exposição à radiação UV. Através da dieta, a Vit. D pode ser adquirida através do consumo de alguns alimentos tais como peixes oleosos e cogumelos, que são naturalmente ricos em Vit. D ou através de alimentos fortificados com essa vitamina, como o leite e o iogurte. Já a Vit. D que é obtida através da exposição à luz UV encontra-se inicialmente na forma de 7-desidrocolesterol que está presente na epiderme e, ao sofrer esta exposição é convertido fotoquimicamente em vitamina D₃ (HOLICK, Michael F., 2007; HOSSEIN-NEZHAD; HOLICK, 2013).

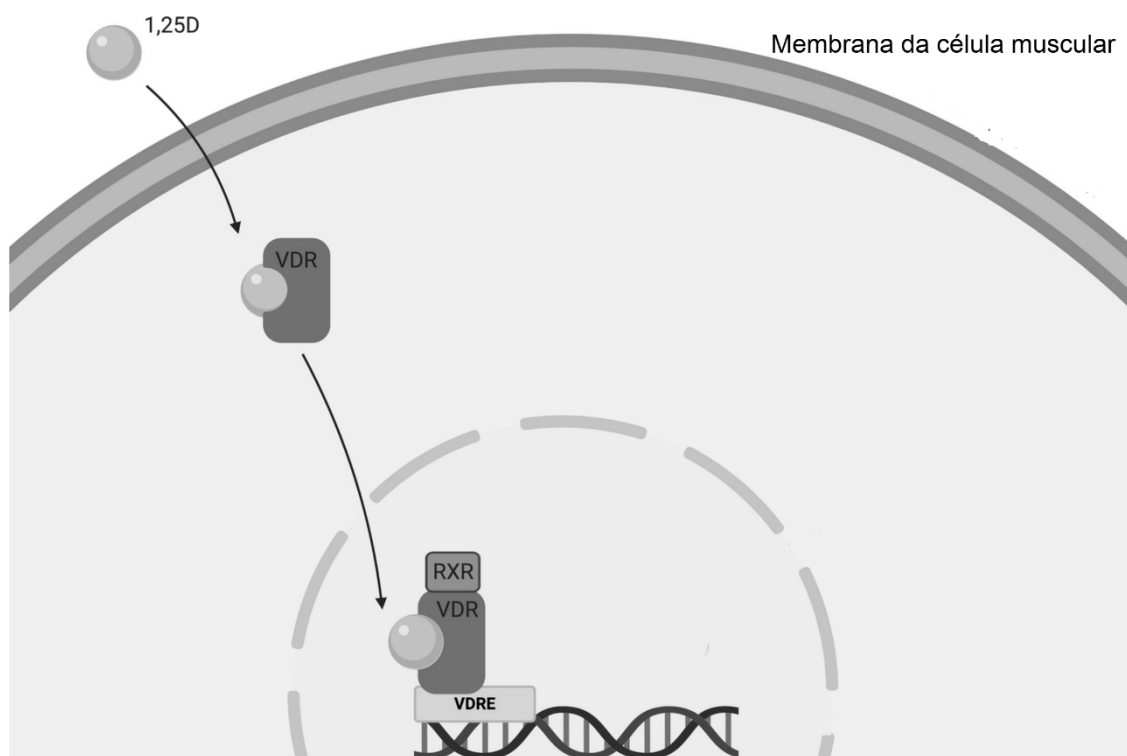
No fígado, tanto a vitamina D₂ quanto a D₃ sofrem uma 25-hidroxilação pela enzima vitamina D-25-hidroxilase e produzem o principal metabólito circulante da Vit. D, a 25-hidroxivitamina D (25[OH]D₃), que é utilizado na determinação do *status* dessa vitamina (HOSSEIN-NEZHAD; HOLICK, 2013). No rim, a 25(OH)D₃ sofre ação da enzima 25-HIDROXIVITAMINA D-1- α -HIDROXILASE, sendo convertida em 1,25[OH]₂D₃, que é sua forma biologicamente ativa (HOLICK, Michael F., 2009), também conhecida como o calcitriol, como verificado na figura 1. Essa última ação enzimática acontece na mitocôndria das células do túbulo contorcido proximal e é regulada principalmente pelos níveis sanguíneos de cálcio e fosfato do hormônio da paratireóide (PTH) e do fator de crescimento fibroblastos 23 (FGF-23) (GIL; PLAZA-DIAZ; MESA, 2018).

A regulação endócrina da Vit. D ocorre através do equilíbrio entre as atividades enzimáticas das 24-hidroxilase e 1- α -hidroxilase, que são fortemente moduladas pelos níveis de cálcio, calcitriol e fosfato. Em níveis baixos de cálcio ou de Vit. D, o PTH estimula a síntese de 1- α -hidroxilase, aumentando, dessa forma, a ativação da 1,25(OH)₂D₃ (GIL; PLAZA-DIAZ; MESA, 2018; NORMAN, A. W., 2008). Por outro lado, o PTH também inibe a 24-hidroxilase, responsável por expressar o receptor específico VDR, o que pode induzir à síntese de FGF-23, e modificar a expressão de transportadores renais de fosfato de sódio. O FGF-23, por sua vez, pode suprimir a expressão renal de 1- α -hidroxilase e induzir 24-hidroxilase, resultando na redução do calcitriol sérico (BROWN; RAZZAQUE, 2015).

Existe uma alta afinidade entre o $1,25(\text{OH})_2\text{D}_3$ e o VDR, sendo este último um fator de transcrição e membro da família de receptores nucleares do hormônio esteroide. Quando o VDR se liga ao calcitriol, este se transloca para o núcleo e desenvolve suas atividades genômicas (BAKKE; SUN, 2018). Para que as ações genômicas da Vit. D aconteçam, é necessário que seja gerado o complexo de transdução de sinal ativo, formado pelo heterodímero de $1,25(\text{OH})_2\text{D}_3$ ligado ao VDR e o RXR não ocupado. O heterodímero VDR-RXR identifica elementos responsivos à Vit. D (VDREs) na sequência de DNA de genes regulados por esta (HAUSSLER *et al.*, 2011), conforme figura 2. Além disso, o $1,25(\text{OH})_2\text{D}_3$ desenvolve também ações rápidas que não envolvem atividade genômica (BOLLEN; ATHERTON, 2021).

Figura 2 - Complexo 1,25OHD-VDR-RXR

Formação do complexo VDR-RXR. $1,25(\text{OH})_2\text{D}_3$ ligado ao receptor de vitamina D (VDR), em seguida ligação do $1,25(\text{OH})_2\text{D}_3$ -VDR no receptor de retinoide X (RXR) não ocupado, formando o heterodímero VDR-RXR. O heterodímero VDR-RXR ligado aos elementos responsivos à vitamina D (VDREs) na sequência de DNA.



Fonte: Adaptada de Bollen & Atherton (2021).

O VDR é amplamente expresso no intestino, onde foi encontrado pela primeira

vez em 1975 (BRUMBAUGH; HAUSSLER, 1975). Desde então, estima-se que é expresso em mais de 50 locais alvos (WANG; ZHU; DELUCA, 2012), contemplando os tecidos muscular e adiposo. Por outro lado, a Vit. D também possui atividades extra esqueléticas, tanto pelo fato do VDR ser expresso em diversos tecidos, como pela presença da 1 α -hidroxilase extrarrenal, essa encontrada em células epiteliais, glândulas endócrinas, células do tecido imunológico, osteoblastos e condrócitos (BIKLE, 2014). Diante disso, baixos níveis de Vit. D podem representar um problema para a saúde óssea e extra esquelética.

Além disso, alguns autores (Ghareghani et al., 2018; Holick, 2004; Mullins & Camargo, 2011) sugerem que em média 15% da população está em latitudes mais altas que 40º paralelo Norte e Sul e que nessa altitude existe uma redução da intensidade dos raios UV nos meses mais frios, geralmente de novembro a fevereiro. Os indivíduos que vivem nessas altitudes têm baixa exposição solar e há relatos de redução entre ~80 a ~100% no número de fótons UV que atingem a superfície da terra e dessa forma pouca Vit. D é sintetizada pela pele. Além disso, a melanina epidérmica determina a superfície da pele humana e a sensibilidade aos raios UV. A síntese da melanina acontece nos melanócitos, porém, é abundantemente encontrada nos queratinócitos e estes quando se acumulam são capazes de proteger a pele contra a entrada de fótons UV (D'ORAZIO *et al.*, 2013). Dessa forma, é explícito a influência da localização geográfica e do fototipo de pele na síntese de Vit. D.

2.2 EPIDEMIOLOGIA DA HIPOVITAMINOSE D EM CRIANÇAS

A deficiência e a insuficiência de Vit. D são um problema de saúde mundial (CEDIEL; PACHECO-ACOSTA; CASTILLO-DURÁN, 2018; FISCHER; THACHER; PETTIFOR, 2008; MEREWOOD *et al.*, 2010; ZHU *et al.*, 2012). Cashman (2019) em sua revisão, verificou dados padronizados pelos Institutos de Saúde dos Estados Unidos através do Vitamin D Standardization Program (VDSP) sobre a prevalência de deficiência de Vit. D na população em geral em amostras representativas nos EUA, Canadá e Europa, respectivamente 5,9, 7,4 e 13%. Já em relação à inadequação de Vit. D (padronizada em <50 nmol/L) nos EUA é de 24,0%, no Canadá é 36,8% e na Europa 40,4%, ainda de acordo com o autor (2019). Em crianças, a hipovitaminose D é comum tanto em países como os EUA, onde há políticas públicas de fortificação

com Vit. D em alguns alimentos, como também em países da América do Sul que não utilizam dessa fortificação e apresentam uma alta prevalência de deficiência e insuficiência já documentadas (HOLICK, M. F., 2017).

Em adultos, a International Osteoporosis Foundation (IOF), a National Osteoporosis Foundation (NOF) e a American Geriatrics Society (AGS) afirmam que 30ng/ml seria o mínimo para a prevenção de doenças como a osteomalácia e doenças cardiometabólicas (COSMAN *et al.*, 2014; DAWSON-HUGHES, B. *et al.*, 2010; HOLICK, Michael F *et al.*, 2011), já em relação à recomendação para adultos até 70 anos é de 600 UI/dia (DAWSON-HUGHES, B. *et al.*, 2010; GIUDICI; PETERS; MARTINI, 2018). Em crianças, as recomendações tomam como base as evidências clínicas para o raquitismo ainda não há um consenso quanto aos níveis séricos ideais (HOSSEIN-NEZHAD; HOLICK, 2013). No quadro 1 está um resumo das definições dos níveis de deficiência de Vit.D para a população infantil.

Quadro 1 – Definições dos níveis de vitamina D em crianças.

25 (OH) D (ng/mL)	American Academy of Pediatrics (2008)	Pediatric Endocrine Society (2011)	Global Consensus (2016)
Deficiência severa	<5		
Deficiência	5-15	<20	<12
Insuficiência	16-20	<30	12-20
Suficiência	21-100		>20
Excesso	101-150		
Intoxicação	>150		>100

Fonte: Adaptada de (CHANG; LEE, 2019).

A estimativa é que existam cerca de 1 bilhão de pessoas ao redor do mundo com deficiência ou insuficiência de Vit. D, incluindo crianças e adultos (BISCHOFF-FERRARI *et al.*, 2006; HOLICK, M. F., 2017; HOLICK, M., 2006). Palacios e Gonzales (2014), além de relatarem a hipovitaminose D como um problema global de saúde que atinge todas as faixas etárias, ainda apontam a existência de uma lacuna a respeito da insuficiência ou deficiência de Vit. D em bebês, crianças e adolescentes, sobretudo em países do continente africano e sul americano. Os níveis de Vit. D são quantificados a partir da concentração sérica de 25(OH)₂D₃, e estes níveis ideais podem variar de acordo com fatores como a latitude, estação do ano ou cor de pele (CHANG; LEE, 2019; KNOSS; HALSEY; REEVES, 2012).

Em países tropicais, onde a maior parte da população vive em regiões que se beneficiam da exposição solar como no Brasil, a hipovitaminose D também é um

problema recorrente (PETERS *et al.*, 2009). Ademais, é curioso que uma das fontes primárias da Vit. D seja a conversão fotoquímica e térmica dependentes de exposição solar, e o Brasil, país tropical com áreas ensolaradas em abundância, apresente uma alta prevalência dessa hipovitaminose (BANDEIRA *et al.*, 2010; RIBEIRO *et al.*, 2020; SANTOS, B. R. *et al.*, 2019). Além disso, é sabido que a Vit. D desempenha uma importante função no equilíbrio e manutenção da saúde no organismo humano (DELUCA *et al.*, 2013; HOLICK, Michael F., 2009; PLEASURE *et al.*, 1979). Por outro lado, sua deficiência representa um problema de saúde em níveis pandêmicos (BITTAR; CASTRO; SZEJNFELD, 2018; HOLICK, M. F., 2017; HOLICK, Michael F., 2009).

No Brasil, alguns estudos avaliaram questões relacionadas à Vit. D. Bittar e colaboradores (BITTAR; CASTRO; SZEJNFELD, 2018) utilizaram um questionário semiestruturado para avaliar a exposição solar de 200 indivíduos com o intuito de correlacionar a idade e os níveis séricos de 25(OH)D. Apesar do questionário não ter sido considerado uma ferramenta confiável, esse estudo mostrou uma alta prevalência de deficiência de Vit. D em sua amostra, em que 66,5% (133/200) dos indivíduos apresentaram concentrações séricas de 25(OH)D abaixo de 20ng/mL. Este estudo foi realizado em indivíduos com idade média de 49.6 ± 19.4 anos. No estudo BRAZOS (PINHEIRO *et al.*, 2008), um total de 2.420 indivíduos brasileiros com idade > 40 anos foi analisado em relação à prevalência e os principais fatores clínicos associados às fraturas por fragilidade óssea. O coletivo de autores apontou uma baixa ingestão de Vit. D em todas as classes sociais e regiões do país. Embora esses sejam estudos realizados com outras populações além da infantil, fornecem informações valiosas no que diz respeito a prevalência de Vit. D em estudos brasileiros.

Embora dados acerca de crianças e adolescentes na América do Sul sejam insuficientes, pesquisadores têm investigado os efeitos fisiológicos da Vit. D nessa faixa etária no Brasil. Eloi *et al.* (2016) examinaram a prevalência da deficiência de Vit. D, caracterizaram a relação temporal entre os níveis de 25-hidroxivitamina D e PTH intacto (iPTH) de acordo com as estações do ano, e investigaram também possíveis associações entre os níveis de 25(OH)D e os desfechos extraesqueléticos. Para isso, o estudo incluiu 39.004 resultados de 25(OH)D e 14.829 de iPTH em pacientes com idades entre 2 e 95 anos residentes na região sudeste do país. Houve uma alta frequência de deficiência de Vit. D (33,9% e 70,7%) em ambos os sexos

independente do ponto de corte utilizado [respectivamente, Institute of Medicine (IOM) ou Endocrine Society (ES)]; contudo, não foram descritos com detalhes resultados a partir de estratificação por idade.

Um total de 378 crianças entre 8 e 9 anos, também da região sudeste do Brasil (Verçosa – MG), foi avaliada quanto à prevalência de insuficiência e deficiência de Vit. D e sua possível associação com fatores de risco cardiometabólico controlados pela adiposidade (MILAGRES *et al.*, 2017). Foi encontrado em crianças com níveis adequados de Vit. D, menor prevalência de resistência à insulina e hipertriacilglicerolemia, além disso em mais da metade das crianças as concentrações séricas de 25(OH)D estavam inadequadas; a prevalência nessa amostra para deficiência de Vit. D foi de 12,2%, já para insuficiência foi de 43,4%.

Nas regiões Norte e Nordeste do Brasil também foram conduzidos estudos relacionados a essa temática. Paes-Silva e colaboradores (2018) também estimaram a prevalência de deficiência da Vit. D e investigaram os fatores associados a essa deficiência em 411 adolescentes com idades entre 12 e 19 anos de escolas públicas do Recife. Em 90% dos adolescentes foi identificada uma baixa ingestão de vitaminas D e E, além de aproximadamente 50% da amostra ter apresentado insuficiência de 25(OH)D. Lourenço *et al.* (2020) para avaliar as condições sociodemográficas, nutricionais e de saúde associadas à Vit. D em crianças, incluíram em seu estudo 468 crianças com idade média de $13,4 \pm 1,0$ meses de 4 regiões diferentes do Brasil, incluindo a cidade de Olinda. O nível de 25(OH)D ≥ 50 nmol/l foi documentado em apenas 1/3 dos participantes e apresentou associação positiva com o fato desses residirem em latitudes mais baixas.

No estudo transversal de Queiroz *et al.* (2020), foram incluídos 30.224 indivíduos de 0 a ≥ 60 anos, a fim de investigar a prevalência de deficiência de Vit. D em uma população equatorial em que todos os participantes residiam no estado do Pará, região Norte do Brasil. A amostra foi dividida em grupos compostos por crianças (0 – 9) e adolescentes (10 – 19), os quais corresponderam respectivamente a 3.801 (12%) e 2.150 (7,1%). De acordo com os critérios do IOM e do ES, as crianças obtiveram média para os níveis de 25(OH)D de 33 ± 9 ng/mL e os adolescentes $28,5 \pm 7,4$ ng/mL. A prevalência de deficiência de Vit. D baseada nos critérios da IOM (<20) para as crianças foi de 4,5% e para os adolescentes 12,2%, e de acordo com a ES (<30) nas crianças foi de 40,9% e nos adolescentes de 64,2%.

Apesar da Vit. D modular efeitos extra esqueléticos conhecidos e relevantes para a saúde, e de vários estudos explorarem essa temática no Brasil, ainda são poucas as pesquisas encontradas na literatura que abordem os efeitos da Vit. D em desfechos extraesqueléticos. Sendo assim, torna-se necessária a investigação dessa temática na região supracitada, principalmente por representar interesse público/governamental/institucional para o desenvolvimento de intervenções de políticas de saúde pública.

2.3 PARÂMETROS ANTROPOMÉTRICOS E A VITAMINA D

O Índice de Massa Corporal (IMC) é um determinante dos níveis de Vit. D no organismo e indivíduos com maior IMC apresentam deficiência dessa vitamina (BASSATNE *et al.*, 2019). Reyman e colaboradores (2014), verificaram também que os níveis séricos de Vit. D em crianças e adolescentes com idade entre 6 e 16 anos possuem uma correlação negativa com o sobrepeso e a obesidade. No mundo, o sobrepeso e a obesidade afetam respectivamente 1,6 bilhões e 400 milhões de pessoas, tornando a obesidade o segundo fator de risco mais importante para a carga global de doenças (WOJCIK *et al.*, 2017).

A diluição volumétrica de 25(OH)D em maior volume tecidual configura um dos mecanismos que explica a relação entre a Vit. D e o IMC. Heaney (2013), verificou que a 25(OH)D é distribuída principalmente no soro, nos tecidos de gordura, músculo e fígado e uma pequena quantidade em outros tecidos. Todos esses compartimentos estão aumentados em indivíduos com IMC elevado, resultando numa necessidade maior de distribuição e reduzindo os níveis de 25(OH)D no soro. Ainda de acordo com o coletivo de autores (2013), enfatizam ainda que indivíduos que possuem o IMC aumentado produzem a mesma quantidade de Vit. D em resposta à exposição solar que indivíduos de IMC dentro da classificação saudável, o que comprova o mecanismo supracitado.

Os tecidos muscular e adiposo acumulam Vit. D, correspondendo às principais formas de armazenamento dessa vitamina no organismo humano (ROSENSTREICH; RICH; VOLWILER, 1971). Em relação ao excesso de peso corporal, também é sugerido que o acúmulo de gordura corporal retém metabólitos da Vit. D de forma que o colecalciferol é parcialmente sequestrado pela gordura corporal antes de chegar no fígado para sofrer a primeira hidroxilação (WORTSMAN *et al.*, 2000). Segundo uma

revisão realizada por Nimitphong e colaboradores (2020), as enzimas que metabolizam a Vit. D (25-hidroxilase, 1 α -hidroxilase e 24-hidroxilase catabólica) são expressas no tecido adiposo, indicando uma função ativa do tecido adiposo no metabolismo da Vit. D. Os níveis de expressão da 25-hidroxilase e 1 α -hidroxilase sofrem reduções em tecido adiposo de indivíduos obesos. Ainda de acordo com esses autores, o tecido adiposo é capaz de modular a Vit. D, evitando a síntese descontrolada de sua forma ativa.

Apesar do IMC ser uma importante ferramenta na classificação do estado nutricional, parece ser um biomarcador insuficiente de adiposidade abdominal (ROSS *et al.*, 2020). Nesse sentido, foi observado em alguns estudos (JACOBS *et al.*, 2010; PISCHON *et al.*, 2008; SNIJDER *et al.*, 2003) que após ajuste para o IMC, a circunferência de cintura (CC) desempenha um papel auxiliador no tocante ao aprimoramento da avaliação dos riscos à saúde envolvendo questões metabólicas e de adiposidade que geralmente são caracterizadas pelo IMC. A CC é um método de custo-benefício positivo por apresentar um método simples para utilização, com material de baixo valor e capaz de avaliar a adiposidade abdominal (ROSS *et al.*, 2020). Entendendo essa relação CC – adiposidade, a CC tem sido abordada como instrumento em estudos relacionados à relação entre obesidade e níveis de Vit. D.

Por causa disso, uma revisão sistemática com meta-análise propôs avaliar os efeitos das fortificações ou suplementações de alimentos com Vit. D nos índices antropométricos utilizando as diretrizes da declaração Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA). Após avaliação na íntegra de 20 estudos, concluíram que tal dieta reduziu significativamente a CC (EMADZADEH *et al.*, 2020). Já no estudo de Rodríguez-Rodríguez e colaboradores (2009), foram examinadas as diferenças dietéticas e antropométricas em relação ao status de Vit. D em 66 mulheres espanholas com idade entre 20 e 35 anos. Foi identificado que as mulheres que apresentaram os níveis de Vit. D₃ mais baixos tinham a CC significativamente maior ($86,2 \pm 9,3$ cm vs $79,4 \pm 3,4$ cm; $p < 0,05$).

2.4 A VITAMINA D E OS ASPECTOS NEUROMOTORES

Em 1979, Yoshikawa (1979) descrevia em suas observações clínicas em pacientes com raquitismo e osteomalácia, sendo essas doenças manifestadas principalmente pela hipovitaminose D, a miopatia proximal. A descoberta do VDR em diversos tecidos permitiu a investigação da interação entre a Vit. D e a função muscular. Apesar do VDR estar presente no músculo esquelético (SIMPSON; THOMAS; ARNOLD, 1985), sua relevância e mecanismos para a função muscular, ainda não são bem compreendidos.

Embora haja essa lacuna, esforços da comunidade científica para a melhor compreensão dessa atividade são realizados. O VDR heterodimerizado com o RXR é capaz de entrar no núcleo celular, reconhecer uma sequência de DNA e determinar ativação ou repressão de alguns genes. Polimorfismos candidatos a VDR são associados a diferentes fenótipos relacionados aos níveis de força muscular. No estudo de Bozside (2016), foram verificadas variantes do gene VDR na avaliação dos graus de Força de Preensão Manual (FPM), que é um fenótipo bem definido de força muscular e descobriu-se uma associação positiva entre a força muscular e algumas variantes do gene VDR. Por meio dos receptores nas fibras musculares, a Vit. D pode controlar as concentrações de cálcio, gerando modificações nos níveis de contração muscular (HAMILTON, 2010), já em mioblastos cultivados, interage com a captação de cálcio pelas células musculares (BOLAND *et al.*, 1995; PLEASURE *et al.*, 1979).

Com relação a aspectos não genômicos, a Vit. D demonstrou ativar vias de segundo mensageiro, participando do transporte do cálcio através da transmissão de sinal ao citoplasma. Dessa forma, é conhecido que a Vit. D regula a ativação das vias de sinalização da proteína quinase ativada por mitogênio (MAPK) no músculo, modulando algumas funções celulares como proliferação, expressão gênica, diferenciação e mitose. A via da quinase ativada por Vit. D regulada por sinal extracelular pode estimular o crescimento das células musculares (CHIANG *et al.*, 2017). Além disso, o calcitriol ativa processos metabólicos no tecido muscular que podem resultar na estimulação da síntese proteica e no aumento do número de células musculares do tipo II, aumentando a velocidade e a força da contração muscular (KSIĄŻEK; ZAGRODŃA; SŁOWIŃSKA-LISOWSKA, 2019).

De acordo com Paganoni e colaboradores (2017), o VDR é expresso também no cérebro. A Vit. D pode ser sintetizada por macrófagos ativados ou células microgliais. Essa vitamina é capaz também de induzir a síntese do fator de crescimento do nervo (NGF) em astrócitos *in vitro* e pode ainda regular diferencialmente a expressão das neurotrofinas 3 e 4 (LANGUB *et al.*, 2001). Além disso, o cérebro possui maquinaria capaz de converter 25(OH)D₃ em 1,25(OH)₂D₃, esse último corresponde à forma biologicamente ativa da Vit. D, em que essa vitamina é utilizada por células endoteliais do cérebro e neurônios (MAYNE; BURNE, 2019). O VDR é encontrado em diversas áreas cerebrais, como o córtex (temporal, frontal, parietal e cingulado), núcleos do tronco cerebral, substância nigra, medula espinhal, sistema ventricular e cerebelo (DELUCA *et al.*, 2013).

É importante ressaltar que o cerebelo é fundamental para o controle dos movimentos e equilíbrio (MASCHKE *et al.*, 2004). Estudiosos verificaram em uma revisão com meta-análise realizada em adultos mais velhos, que a suplementação de Vit. D em doses diárias de 800 UI mostrou efeito positivo sobre o equilíbrio e a força muscular (MUIR; MONTERO-ODASSO, 2011), porém, estudos com humanos na fase da infância são insuficientes. Já a coordenação é compreendida como uma capacidade motora de usar os músculos esqueléticos em uma ação global eficiente, precisa e com pouco dispêndio energético. Baixos níveis de Vit. D são relacionados a efeitos negativos no desempenho cinético, devido ao seu envolvimento com os nociceptores. A redução nos níveis de Vit. D no organismo pode causar hiperinervação nociceptiva e hipersensibilidade no tecido muscular, resultando assim na diminuição de equilíbrio estático e dinâmico, além de dificuldades no desenvolvimento da coordenação motora e desempenho muscular (KOUNDOURAKIS *et al.*, 2016).

3 PERGUNTA CONDUTORA

Existe associação entre os diferentes níveis de vitamina D e os parâmetros antropométricos e neuromotores em crianças saudáveis escolares não atletas?

4 OBJETIVO

4.1 OBJETIVO GERAL

Investigar a possível associação entre os níveis de vitamina D, antropometria e aspectos neuromotores de crianças entre 7 e 11 anos em escolas municipais da cidade de Vitória de Santo Antão-PE.

4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar o perfil sociodemográfico;
- Avaliar a maturação sexual;
- Mensurar as medidas antropométricas;
- Avaliar força muscular distal e coordenação motora grossa;
- Verificar os níveis séricos de vitamina D;
- Analisar a possível relação entre hipovitaminose D, parâmetros antropométricos e variáveis neuromotoras.

5 MATERIAIS E MÉTODOS

5.1 TIPO DE ESTUDO

Trata-se de um estudo transversal analítico.

5.2 LOCAL DO ESTUDO

A coleta de dados foi realizada em escolas municipais da cidade de Vitória de Santo Antão-PE. De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) em 2010, o município tem população total de 139.583 habitantes que conta com 24 escolas pertencentes à rede municipal de educação no perímetro urbano.

Todas as etapas da pesquisa foram realizadas nas escolas da cidade de Vitória de Santo Antão- PE, as quais foram selecionadas por aleatorização dentro do meio urbano. As escolas foram ranqueadas em relação a quantidade de crianças na faixa etária do estudo, conseguimos alcançar nosso n amostral na terceira escola visitada. Cada voluntário e seus responsáveis receberam explicações quanto aos benefícios de participarem da pesquisa e a respeito de tomarem conhecimento do seu estado de saúde quanto aos aspectos metabólicos e desempenho neuromotor.

5.3 AMOSTRA DE PARTICIPANTES

Participaram da pesquisa 134 indivíduos de ambos os sexos, com idades entre 7 e 11 anos e 11 meses. Os voluntários eram matriculados regularmente em escolas municipais urbanas da cidade da Vitória de Santo Antão.

5.4 CÁLCULO AMOSTRAL DO ESTUDO

Foi realizado previamente o cálculo amostral *a priori* através do software *G Power* 3.1, com os seguintes valores de coeficientes: *Effect size* $p = 0.30$, *a* erro prob= 0.05 (5%), *Power* (1-b erro prob) = 0.95, *Critical t*: 1,9781, chegando a um cálculo final de **tamanho amostral de 134 crianças** (Total sample size: 134). Dessa forma, a amostra final foi composta por 134 participantes, obtida por conglomerados, de maneira contingencial.

5.5 CRITÉRIOS DE ELEGIBILIDADE

- Critério de inclusão – Crianças com idades entre 7 e 11 anos de ambos os sexos, matriculadas em escolas municipais do município da Vitória de Santo Antão e que foram obtidas junto à secretaria de educação, e autorização dos pais ou responsáveis por meio de TCLE.
- Critérios de exclusão – (a) possuísem possível diagnóstico de depressão; (b) estivessem em uso de fármacos sedativos; (c) estivessem em suplementação de vitamina D; (d) apresentassem quaisquer situações clínicas e funcionais que impossibilitassem a sua participação no estudo. Para obter essas informações, foi previamente aplicado um questionário sociodemográfico semi-estruturado capaz de esclarecer esses critérios.

5.6 A PANDEMIA PELO COVID-19

Todas as etapas dessa pesquisa foram desenvolvidas enquanto o Brasil e o mundo estavam vivenciando a pandemia mundial por COVID-19. O decreto estadual Nº 48809 de 14/03/2020, regulamentou no estado de Pernambuco as primeiras medidas temporárias para o enfrentamento do COVID-19 que também previa a suspensão do funcionamento das escolas, universidades e demais estabelecimentos de ensino, público ou privado em todo o estado. Assim como esse, ao longo do ano 2021 houve decretos que flexibilizaram e outros que restringiram o funcionamento de estabelecimentos de ensino público e privado, impactando dessa forma no desenvolvimento dessa pesquisa. Todavia, durante os períodos de maior flexibilização, em que foi permitida a entrada da equipe de pesquisadores nas escolas, a equipe de pesquisa se fez presente e foram seguidas todas as recomendações em relação aos cuidados e controle de disseminação do COVID-19, tais como: uso de máscaras individuais de proteção, desinfecção com álcool etílico a 70% nos materiais utilizados durante a coleta dos dados, distanciamento entre os pesquisadores e as crianças e seus responsáveis quando possível.

5.7 RECRUTAMENTO DOS PARTICIPANTES

Antes de ser iniciada a coleta houve um treinamento com a equipe responsável por executar todos os procedimentos, que aconteceu na quadra poliesportiva do Centro Acadêmico Vitória (UFPE-CAV). A equipe para a coleta dos dados foi composta pelo pesquisador responsável, orientadora, coorientadoras, estudantes de graduação, fisioterapeutas, técnica de enfermagem e enfermeiras. No treinamento da equipe, além de serem explicados todos os procedimentos dos testes e questionários aplicados, houve simulações de cada elemento da pesquisa. Aconteceram 5 encontros, sendo 1 virtual e 4 presenciais, cada encontro teve duração média de 4 horas (13:00 – 17:00). Após a familiarização com cada teste, a fim de reduzir os erros intra avaliadores, através de afinidade, cada membro da equipe se especializou na aplicação em um teste (ou estação do teste), padronizando a conduta (figura 3).

Previamente ao primeiro contato com os participantes e responsáveis, por se tratar de ambiente escolar, foi compreendido que a comunidade da escola (gestores, coordenadores e professores) seria fundamental para auxiliar no início da pesquisa. Dessa forma, inicialmente usou-se do espaço das reuniões pedagógicas para explicação do objetivo da pesquisa e como seriam executadas todas as fases para que, caso houvesse situações de dúvidas pelos responsáveis, a comunidade escolar soubesse sanar minimamente os questionamentos.

Logo em seguida, devido ao momento de pandemia e a fim de minimizar quaisquer riscos relacionados à possível contaminação por COVID-19 durante o convite inicial, a equipe de pesquisadores realizou ligações por telefone celular através de lista cedida pelas próprias escolas para fazer o convite. Os responsáveis receberam explicações sobre todos os benefícios de os voluntários participarem, bem como todos os riscos envolvidos em cada fase. Ainda durante a ligação, após o responsável receber todos os esclarecimentos e manifestar o interesse, em conjunto com o consenso dos voluntários em participarem da pesquisa, foi aplicado o questionário sociodemográfico por meio de entrevista.

Nesse momento, o responsável respondeu ao questionário sociodemográfico correspondente ao apêndice C (APÊNDICE C), e em seguida foram marcadas data e hora para a presença de ambos (responsável e voluntário) na escola correspondente à matrícula do voluntário para a realização do teste KTK, mensuração do peso e altura, aplicação da escala de Tanner e assinaturas dos termos de consentimentos. Após

concluir os testes, foram marcados os dias para a coleta de sangue. Para essa etapa houve treinamento prévio da equipe a fim de padronizar a conduta (Figura 4).



Figura 3 - Treinamento da equipe

a) Treinamento para o método de mensuração das dobras cutâneas através de adipômetro; b) Treinamento para utilização da ferramenta KTK na tarefa “equilíbrio na trave”; c) Treinamento para utilização da ferramenta KTK na tarefa “transferência na plataforma”; d) discussões sobre as dúvidas de todos os envolvidos de modo geral com professor experiente na utilização do KTK.

Fonte: A autora (2022).



Figura 4 – Padronização da conduta para coleta de sangue das crianças nas escolas. Equipe formada por enfermeiras e técnicas de enfermagem.

a) Passagem das informações de padronização da conduta; b) praticando a conduta padronizada.

Fonte: A autora (2022).

5.8 PERÍODO DA COLETA DE DADOS

A coleta foi iniciada no dia 13 de agosto de 2021, permanecendo até 26 de julho de 2022. Durante a realização da coleta de dados, houve inúmeras interrupções devido ao cumprimento de normas sanitárias referentes ao enfrentamento à Covid-19. Importante salientar que todas as crianças passaram pela quantificação de vitamina D no mesmo período, a fim de reduzir fatores intervenientes.

5.9 INSTRUMENTOS E PROCEDIMENTOS DA COLETA DE DADOS

5.9.1 Para a avaliação do perfil sócio demográfico, um questionário semi-estruturado elaborado pela autora foi utilizado para a caracterização da amostra, abrangendo diversas informações quanto aos dados pessoais dos sujeitos da pesquisa, hábitos e atividades de vida diária desses bem como de seus familiares; com essas informações foi traçado um perfil sócio demográfico (APÊNDICE C). Além

disso, também foi utilizada, nesse mesmo questionário, a escala de Fitzpatrick (1988) para verificar a pigmentação da pele (APÊNDICE C).

5.9.2 Para a avaliação da maturação sexual foi aplicada a escala de Tanner ou estágio de Tanner (TANNER, 1981) a fim de avaliar a maturação sexual das crianças através do desenvolvimento físico, organizando de forma sistematizada os eventos puberais em cinco etapas (ANEXO C). Foi realizada a aplicação padrão do teste baseado na autodeclaração dos critérios de Tanner, através das imagens da própria escala. Essa foi executada por profissionais e estudantes previamente treinados. Para tanto, foi mantida a distância entre os indivíduos, e apenas foram realizadas perguntas para as crianças e/ou responsáveis, sem a necessidade de inspeção física. A escala de Tanner foi aplicada por profissionais devidamente e previamente treinados, em uma sala da escola, respeitando a distância segura de um metro e meio entre o pesquisador e o voluntário, que estavam usando máscaras, e com a devida privacidade. Para isso foi solicitado ao indivíduo (ou responsável), através da sua percepção, que identificasse a fase do estagiamento puberal para ambos os sexos, mamas para o sexo feminino e genitália para o sexo masculino e para ambos os sexos o estágio dos pelos pubianos.

5.9.3 Na avaliação antropométrica, o peso corporal foi mensurado utilizando uma balança digital com variação de peso de 0-200kg. A balança foi posicionada em lugar firme e nivelado, com iluminação adequada e espaço suficiente, sendo aferida antes de cada pesagem. A aferição do peso das crianças foi realizada com indumentária mínima e essas estavam descalças (FIGURA 5a). Tanto para o peso corporal quanto para a estatura, a criança permanecia ereta com a cabeça erguida em plano de Frankfurt e os braços pendentes ao longo do corpo, os pés levemente afastados, apenas para a estatura adotou-se os calcanhares encostados no plano vertical da fita métrica (GUEDES, 2006) (FIGURA 5b).



Figura 5 – Mensurações do peso corporal e estatura.

a) Mensuração da estatura com fita métrica; b) Mensuração do peso corporal com balança digital.

Fonte: A autora (2022).

Para a obtenção da estatura e circunferência de cintura (CC) uma fita inelástica (Cescorf Trena®) com o comprimento de 1,94 metros. A CC foi aferida no ponto de menor circunferência entre a última costela e a crista ilíaca ântero superior (GUEDES, 2006).

Para a interpretação desses dados, foram realizadas associações com os gráficos de crescimento da Organização Mundial da Saúde (OMS). Para todos os indivíduos, foram utilizadas as curvas de altura e peso e também a curva de IMC para acompanhamento da normalidade da população do estudo para esses parâmetros.

Para a avaliação das dobras de adiposidade subcutânea, foi utilizado um adipômetro/plicômetro clínico tradicional de marca Cescorf®, com amplitude de abertura de 75 mm e molas de pressão de 10 g/mm². Todas as avaliações foram realizadas no hemisfério direito do avaliado na região tricipital e subescapular. As mensurações foram repetidas duas vezes em cada local, existindo a possibilidade de uma terceira medição, caso houvesse diferença de 5% entre as duas primeiras medições. Em seguida, foi realizada a extração da média aritmética entre os dois valores mais próximos obtidos. Para as dobras cutâneas, foi adotada a medida da

espessura da dobra cutânea na região tricipital, a referência anatômica foi paralelamente ao eixo longitudinal do braço em sua face posterior, na distância média entre a margem súpero-lateral do acrômio e o processo do olécrano da ulna. A dobra cutânea foi pinçada verticalmente, acompanhando o sentido anatômico da fibra muscular. Para a medida da espessura da dobra cutânea na região subescapular, a referência anatômica foi 2 cm abaixo do ângulo inferior da escápula. A dobra cutânea foi destacada obliquamente ao eixo longitudinal, no sentido descendente e lateral, formando ângulo de aproximadamente 45°, equivalendo à orientação dos arcos costais (GUEDES, 2006).

Equações de predição da porcentagem de gordura utilizadas são as propostas por Lohman e Going, (2006).

Σ TRÍCEPS E SUBESCAPULAR (< 35mm)

% gordura corporal (%G) = $1,35 \times (\Sigma \text{tric+sub}) - 0,0012 (\Sigma \text{tric+sub})^2 - 3,4$ (masculino)

%G = $1,33 \times (\Sigma \text{tric+sub}) - 0,013 (\Sigma \text{tric+sub})^2 + 2,5$ (Feminino)

Σ TRÍCEPS E SUBESCAPULAR (> 35mm)

% G = $0,783 \times (\Sigma \text{tric+sub}) + 2,2$ (masculino)

% G = $0,546 \times (\Sigma \text{tric+sub}) + 9,7$ (feminino)

5.9.4 Para avaliar as variáveis neuromotoras, no tocante à força de preensão manual foi usado um dinamômetro manual ajustável (J-Tech 12-0259 Dynamer Grip Track Dynamometer, JTECH Medical, Midvale, UT, EUA) com base na recomendação da American Society of Hand Therapists. Para a mensuração da força, as crianças deveriam estar em posição sentada, com os pés apoiados, com o ombro em adução e com rotação neutra, cotovelo com flexão de 90 ° e antebraço e punho em posição neutra. As crianças foram instruídas a apreender o cabo do dinamômetro o mais forte possível e a sustentar o esforço por 5 segundos (SARAIVA *et al.*, 2021). As crianças realizam três tentativas para cada membro superior, e os valores médios são registrados. As crianças permanecem 1 minuto descansando entre as tentativas, a fim de minimizar os efeitos da fadiga. Os resultados são registrados em quilogramas. Caso uma medida mostre diferença superior a 10% em relação às medidas obtidas anteriormente, desconsideramos essa medida e é realizada uma quarta tentativa. Os valores normativos para classificação são encontrados no anexo J.

Já para a coordenação motora, foi aplicada a bateria de testes de coordenação corporal e desempenho motor através Körperkoordinations test für Kinder (KTK) (KIPHARD, 1975). O teste de KTK é constituído por quatro tarefas de movimentos: trave de equilíbrio, salto monopodal, salto lateral e transferência sobre plataforma (ANEXO D). Para essas avaliações foi necessária a utilização de indumentária de tecidos leves que permitiam mobilidade articular e eram confortáveis, como também a não utilização de quaisquer tipos de calçados. Para a mensuração da coordenação motora grossa, foi realizada a bateria de testes de KTK que consta 4 tarefas:

5.10.4.1 Trave de equilíbrio:

Essa tarefa tem como objetivo verificar a estabilidade do equilíbrio em marcha à retaguarda sobre a trave. Foram utilizadas três traves de três metros de comprimento e 3 cm de altura, com larguras de 6 cm, 4,5 cm e 3 cm. Na parte inferior são presos pequenos travessões de 15 x 1,5 x 5 cm, espaçados de 50 em 50 cm. Com isso, as traves alcançam uma altura total de 4,5 cm. Como superfície de apoio para saída, coloca-se à frente da trave, uma plataforma medindo 25 x 25 x 5cm. As três traves de equilíbrio são colocadas paralelamente.

A tarefa consiste em caminhar à retaguarda sobre três traves de madeira com espessuras diferentes. Durante o deslocamento na trave não é permitido tocar o solo e são válidas três tentativas para cada trave, totalizando 9 tentativas. Iniciou-se com o avaliado parado sobre a trave (sem ponto de valorização) e a partir do segundo passo (apoio) foi contabilizada a quantidade de passos sobre a trave no deslocamento à retaguarda. O avaliador realizou contagem em voz alta da quantidade de passos até que um pé tocasse o solo ou fosse atingidos 8 pontos. A máxima pontuação possível foi de 72 pontos. O resultado é igual ao somatório de apoios à retaguarda nas nove tentativas.

Antes das tentativas válidas, foi realizado um pré-exercício de adaptação à trave, no qual realiza-se um deslocamento à frente e outro à retaguarda. No exercício-ensaio, a criança deveria equilibrar-se, andando para frente e para trás, em toda a extensão da trave (no caso de tocar o pé no chão, continuar no mesmo ponto), para que possa estimar melhor a distância a ser passada e familiarizar-se mais intensivamente com o processo de equilíbrio.

5.10.4.2 Salto monopodal:

O objetivo dessa tarefa é verificar a coordenação dos membros inferiores; energia dinâmica/força. Foram utilizados 12 blocos de espuma, medindo 50 x 20 x 5 cm cada um. A tarefa é realizada com saltos com uma das pernas sobre um ou mais blocos de espumas colocados uns sobre os outros. A altura inicial a ser contada como passagem válida baseia-se no resultado do exercício-ensaio e na idade do indivíduo. Com isso, devem ser alcançados mais ou menos os mesmos números de passagens a serem executadas pelos avaliados nas diferentes faixas etárias. Vale salientar que estão previstos dois exercícios-ensaio para cada perna (direita e esquerda). O avaliador deveria demonstrar a tarefa, com uma distância de impulso de aproximadamente 1,5m.

Na avaliação da tarefa, para sujeitos a partir de 7 anos, os dois exercícios-ensaio (perna direita e esquerda) foram realizados com três blocos de espuma. Caso a criança cometesse três erros na passagem válida da altura recomendada, a tentativa era anulada e a criança reiniciava a primeira passagem com um bloco a menos. Para saltar os blocos de espuma, a criança deveria estar a uma distância de aproximadamente 1,5 m para impulsão, que também deveria ser passada em saltos na mesma perna. Como erro, considerou-se o toque no chão com a outra perna, o derrubar dos blocos, ou ainda, após ultrapassar o bloco de espuma, tocar os dois pés juntos no chão. Caso o indivíduo errasse nas duas tentativas válidas, em uma determinada altura, a continuidade somente era feita se nas duas passagens (alturas) anteriores houvesse um total de 5 pontos. Caso contrário, a tarefa era interrompida. Isso foi válido tanto para uma perna como para a outra.

5.10.4.3 Salto lateral:

Essa tarefa objetiva estimar a velocidade em saltos alternados, para isso é utilizada uma plataforma de madeira de 60 x 50 x 0,8 cm, com um sarrafo divisório de 60 x 4 x 2 cm e um cronômetro. Realizou-se com saltitos de um lado a outro, com os dois pés ao mesmo tempo, o mais rápido possível durante 15 segundos. A passagem alternada dos pés (um depois do outro) foi evitada. Como exercício-ensaio, foram realizados cinco saltitamentos. No caso de a criança tocar o sarrafo divisório, sair da plataforma ou parar durante um momento ou saltitamentos, a tarefa não foi interrompida, porém, o avaliador imediatamente advertiu a criança: "Continue! Continue!". No entanto, se a criança não se comportasse de acordo com a instrução dada, a tarefa era interrompida e reiniciada após nova instrução e demonstração.

Caso houvesse interferência por meio de estímulos externos que desviassem a atenção do executante, não era registrado como tentativa válida, dessa forma, era reiniciada a tarefa. Avaliação da tarefa: Registrou-se o número de saltitamentos dados, em duas passagens de 15 segundos (saltitando para um lado, conta-se um ponto; voltando, conta-se outro, e assim sucessivamente).

5.9.4.4 Transferência na plataforma:

São verificadas a lateralidade e a estruturação espaço-temporal. Para isso, foram utilizadas duas plataformas de 25 x 25 x 5cm. As plataformas foram colocadas lado a lado com uma distância entre essas de 5 cm e foi utilizada uma área livre de cinco a seis metros para realização do teste. A tarefa iniciou-se com deslocamento sobre as plataformas que eram colocadas no solo uma ao lado da outra, em paralelo. A criança teve duas tentativas para a realização da tarefa e o tempo de duração foi de 20 segundos. O avaliador demonstrou a tarefa ficando em pé sobre a plataforma da direita colocada à sua frente; pegava a da esquerda com as duas mãos e colocava ao seu lado direito, passando a pisar sobre ela, livrando sua esquerda e assim sucessivamente. A transferência acontecia de acordo com a preferência do indivíduo. Foi avisado aos participantes que o princípio é a velocidade da transferência, e também que colocar as plataformas muito perto ou muito afastadas pode trazer desvantagens na mensuração. No caso de haver apoio das mãos, toque de pés no chão, queda ou quando a plataforma for pega apenas com uma das mãos, o avaliador instruíu o aluno a continuar e, se necessário, fazer uma rápida correção verbal, sem interromper a tarefa. No entanto, se a criança não se comportar de acordo com a instrução dada, a tarefa é interrompida e repetida após nova instrução e demonstração. Não foram permitidas mais do que duas tentativas falhas. Foram executadas duas passagens de 20 segundos, devendo ser mantido um intervalo de pelo menos 10 segundos entre elas. No exercício-ensaio, a criança devia transferir de três a cinco vezes a plataforma. A avaliação foi realizada a partir da contagem tanto do número de transferências das plataformas, quanto às do corpo, em um tempo de 20 segundos. Conta-se um ponto quando a plataforma livre for apoiada do outro lado; dois pontos quando o indivíduo passar com os dois pés para a plataforma livre, e assim sucessivamente.

Para pontuação e classificação do desempenho em cada tarefa: Para avaliação da capacidade de coordenação corporal serão utilizadas as tabelas originais do

estudo de Kiphard e Schilling (1974) (ANEXOS E – H). O valor de cada tentativa é anotado correspondente a cada tarefa para realizar uma somatória horizontal de cada uma. Após a somatória horizontal, verifica-se o valor bruto somando a coluna vertical. Posterior a esse procedimento, é verificado nas tabelas de pontuação de cada teste para ambos os gêneros e na coluna da esquerda relaciona o valor correspondente ao número do escore e a idade da criança; assim obtém-se o Quociente Motor (QM) da tarefa, representando o somatório de pontos em cada tarefa (ANEXO I). Em seguida, o QM é classificado por categorias: Alto, Bom, Normal, Regular ou Baixo (ANEXO J).

Para pontuação e classificação do desempenho geral: classificação da coordenação corporal do indivíduo (ANEXO J) é obtida através da soma dos quatro valores de QM e o valor correspondente à pontuação do teste na tabela A7 = $\sum$ de QML – QM 4 (ANEXO H).

5.9.5 As coletas de sangue foram realizadas nas escolas municipais de Vitória de Santo Antão (figura 6), pela equipe de enfermagem experiente, que executou as medidas de proteção preconizadas pelo Ministério da Saúde, tais como assepsia, uso de luvas e máscaras e descarte correto de materiais perfuro cortantes utilizados.

As análises foram realizadas em laboratório conveniado à Secretária Municipal de Saúde da cidade de Vitória de Santo Antão – PE. Para quantificação dos níveis séricos de vitamina D foi utilizado o soro sanguíneo e o método utilizado foi a quimioluminescência. Importante ressaltar que todas as crianças passaram por essa fase no mesmo período, a fim de evitar vieses com relação a análises em diferentes épocas do ano. Após receberem os resultados dos exames, os indivíduos e responsáveis foram orientados a marcar consulta médica. Foi adotada a classificação da American Academy of Pediatrics (2008) para os níveis de 25(OH)D nesse trabalho (Quadro 2).



Figura 6 – Coleta de sangue nas escolas municipais de Vitória de Santo Antão.

Fonte: A autora (2022).

5.10 ASPECTOS ÉTICOS

O projeto foi aprovado pelo comitê de ética de pesquisas em humanos da UFPE, no dia 15 de julho de 2021 (CAAE: 44497921.0.0000.5208) / Número de Parecer: 4.848.847). A coleta foi iniciada em agosto de 2021. Todos os voluntários foram instruídos quanto aos objetivos da pesquisa, bem como sobre seus benefícios e riscos. Importante salientar que ainda receberam orientações quanto a hábitos relacionados à importância da prática de atividade física (AF) e de realizar exames de sangue para identificar se existe algum problema de saúde e medidas para melhora de sua qualidade de vida de modo geral, principalmente em relação ao desempenho neuromotor. Existiu a possibilidade de constrangimento pelo participante em relação à identificação da maturação sexual através da escala de Tanner. Esse risco foi minimizado mantendo distância entre os indivíduos participantes, e apenas havendo aplicação da escala para as crianças e/ou responsáveis, sem a necessidade de inspeção física. Quanto ao risco de desequilíbrio durante a realização dos testes motores, as atividades foram realizadas em terreno sem irregularidades, com iluminação adequada do ambiente e utilização da indumentária o mais leve possível. Além disso, houve a presença constante do avaliador treinado junto ao participante durante os testes. Após os esclarecimentos para o início da coleta, foram assinados os termos de consentimento livre e esclarecido (TCLE) e de assentimento livre e esclarecido (TALE) (ANEXO A e B).

5.11 ANÁLISE DOS DADOS

A análise descritiva dos dados foi expressa em média, desvio padrão da média ($\pm$ DP) e frequência relativa. Para as análises estatísticas, foi utilizado o software Graphpad Prisma v.9.0 (GraphPad Software Inc, La Jolla, CA, USA), o nível de significância foi mantido em $p < 0,05$. Os dados foram submetidos à análise de normalidade utilizando o teste de *Kolmogorov Sminov*. Em relação à comparação das médias entre os grupos, utilizou-se o teste não pareado de *Mann Whitney*. Para a correlação, quando a distribuição foi paramétrica, utilizou-se o teste de *Pearson*. Entretanto, para os dados que não obtiveram distribuição paramétrica, utilizou-se o teste de *Spearman*.

6 RESULTADOS

Foram avaliadas 134 crianças; dentre essas, 50,74% (68) do sexo masculino e 49,25% (66) do feminino, apresentando idade média de 9,2 ($\pm 1,38$) anos e o tipo de pele predominante foi o tipo IV (morena clara, raramente queima, sempre bronzeia), correspondendo a 48,50% (65) declarações. Com relação ao número de irmãos, 76,86% (103) crianças avaliadas têm entre 0 a 2 irmãos. Em relação ao ambiente familiar, cerca de 70,89% (95) das famílias são constituídas de 4 a 7 pessoas, 59,70% (80) moravam em casas próprias e 67,91% (91) famílias viviam com até 1 salário mínimo. Os dados descritivos sobre o perfil sociodemográfico da população estudada estão na tabela 1.

Tabela 1 – Dados sociodemográficos dos voluntários da pesquisa.

VARIÁVEIS	n 134	FREQUÊNCIA RELATIVA %
Sexo		
Masculino	68	50,74 %
Feminino	66	49,25 %
Faixa etária		
7 a 9 anos e 11 meses	76	56,71 %
10 a 11 anos e 11 meses	58	43,28 %
Número de irmãos		
0 a 2	103	76,86 %
3 a 5	30	22,38 %
≥ 6	1	0,74 %
Estado civil do pai		
Casado com a mãe da criança	37	27,61 %
União estável com a mãe da criança	28	20,89 %
Solteiro	33	24,62 %
Divorciado	4	2,98 %
Viúvo	1	0,74 %
Casado com outra pessoa	3	2,23 %
Em união estável com outra pessoa	16	11,94 %
Falecido	2	1,49 %
Não sabia informar	10	7,46 %

Estado civil da mãe

Casada com o pai da criança	39	29,10 %
União estável com o pai da criança	28	20,10 %
Solteira	42	31,34 %
Divorciada	3	2,23 %
Viúva	3	2,23 %
Casada com outra pessoa	6	4,47 %
Em união estável com outra pessoa	12	8,95 %
Falecida	1	0,74 %

Tipo de pele

I	10	7,46 %
II	31	23,13 %
III	20	14,92 %
IV	65	48,50 %
V	8	5,97 %

HISTÓRICO DE SAÚDE DOS VOLUNTÁRIOS

Tipagem sanguínea

A+	25	18,65 %
B+	3	2,23 %
AB+	1	0,74 %
O+	23	17,16 %
O-	2	1,49 %
Não sabia informar	80	59,70 %

Doença crônica

Sim	5*	3,73 %
Não	129	96,26 %

Medicamento de uso contínuo

Sim	4**	2,98 %
Não	129	96,26 %

Uso de polivitamínico

Sim	9***	6,71%
Não	125	93,28%

Uso de ácido fólico

Sim	0	0%
Não	134	100%

Prática de exercício Físico

Sim	71	52,98 %
Não	63	47,01 %

PERFIL SOCIOECONÔMICO

Quantidade de pessoas que residem

na casa

1 a 3 pessoas	39	29,10 %
4 a 7 pessoas	95	70,89 %

Casa em que reside

Própria	80	59,70 %
Alugada	42	31,34 %
Cedida	10	7,46 %
Não informou	2	1,49 %

Localidade da residência

Zona urbana	134	100 %
-------------	-----	-------

Nível de escolaridade do pai

1ª a 4ª série do ensino fundamental	29	21,64 %
5ª a 8ª série do ensino fundamental	25	18,65 %
Ensino médio completo	46	34,32 %
Ensino superior completo	0	0 %
Especialização	1	0,74 %
Não estudou	2	1,49 %
Não sabia informar	31	23,13 %

Nível de escolaridade da mãe

1ª a 4ª série do ensino fundamental	10	7,46 %
5ª a 8ª série do ensino fundamental	36	26,86 %
Ensino médio completo	78	58,20 %
Ensino superior completo	6	4,47 %
Especialização	0	0%
Não estudou	0	0%
Não sabia informar	4	2,98 %

Renda da família		
Nenhuma renda	12	8,95 %
Até 1 salário mínimo	91	67,91 %
De 1 a 3 salários mínimos	28	20,89 %
De 3 a 6 salários mínimos	1	0,74 %
Não informou	2	1,49 %

*2 referem possuir asma, 1 rinite, 1 asma e rinite alérgica e 1 anemia falciforme; **4 fazem uso de antialérgico. ***9 fazem uso de suplementação vitamínica, sendo: 5 indivíduos tomam vitamina C com frequência, 2 APMED e 2 APVETIN. De acordo com a bula, nenhum desses adiciona vitamina D em suas composições.

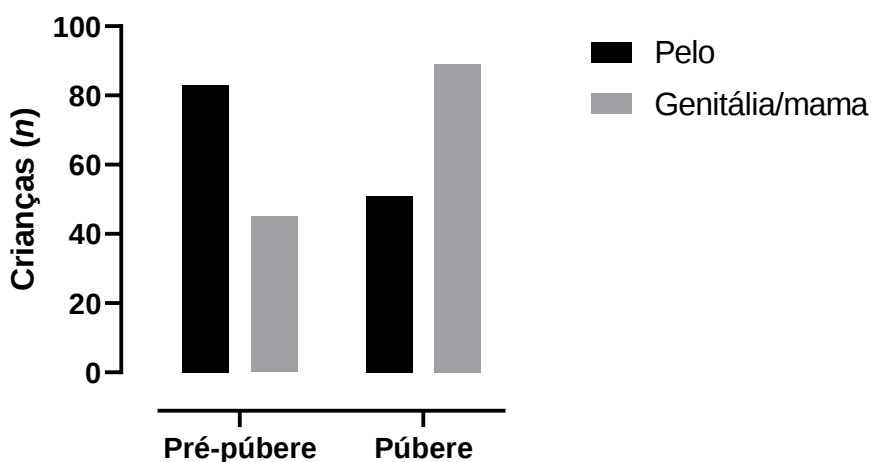
Fonte: A autora (2022).

Em relação à saúde geral dessas crianças, 3,73% (5) dos indivíduos relataram possuir doenças crônicas, todos expuseram doenças do trato respiratório (asma e rinite alérgica), exceto 1 participante que relatou possuir anemia falciforme. Além disso, quanto aos 134 avaliados em relação à prática de AF, 52,98% (71) apresentaram os níveis de AF adequados de acordo com o Guia de atividade física para a população brasileira (HALLAL; UMPIERRE, 2021).

Com relação à maturação sexual, as crianças do sexo feminino quando classificadas através dos pelos pubianos, 60,60% (40) eram pré-púberes, ao passo que 39,39% (26) eram púberes. Ao mesmo tempo, quando classificadas através da mama, 36,36% (24) eram pré-púberes e 63,63% (42) púberes. No sexo masculino, utilizando a classificação dos pelos pubianos, 63,23% (43) eram pré-púberes e 36,76% (25) púberes. Quando utilizada a classificação pela genitália, 30,88% (21) eram pré-púberes e 69,11% (47) eram púberes.

Além do mais, nas crianças entre 7 e 9 anos e 11 meses, 75% (57) estão classificadas como pré-púberes, ao passo que 25% (19) se classificam púberes, em relação ao pelo. Já entre as de 10 a 11 anos e 11 meses, considerando também a classificação através do pelo, 44,82% (26) correspondem à classificação pré-púbere e 55,17% (32) púberes. Ao considerar a classificação pela mama, para o sexo feminino e genitália para o sexo masculino, 44,73% (34) das crianças de 7 a 9 anos e 11 meses estão classificadas como pré-púberes e 55,26% (42) púberes. Ainda mais, nas crianças entre 10 e 11 anos e 11 meses, 18,96% (11) das crianças se classificam em estágio pré-puberal e 81,03% (47) em estágio puberal. O gráfico 1 ilustra informações acerca da maturação sexual dos participantes.

Gráfico 1 – Informações sobre a maturação sexual dos participantes em grupos de categoria dos critérios de Tanner. O gráfico ilustra o valor absoluto dos participantes separados por fases do estadiamento (pré-púbere e púbere) em relação ao tipo de classificação. Para a classificação em relação aos pelos, o grupo pré-púbere contém 83 participantes e o púbere 51 crianças. Em relação à classificação utilizando o desenvolvimento mamário ou da genitália, o grupo pré-púbere contém 45 crianças, já o púbere 89 crianças.



Fonte: A autora (2022).

Quanto à antropometria, a massa corporal apresentou média de 36,02 ($\pm 11,14$) kg e a estatura média 137,6 ($\pm 0,10$) cm (TABELA 2). Considerando as curvas de crescimento, 64,92% (87) das crianças avaliadas apresentaram peso adequado para a idade, 32,08% (43) elevado para idade e 2,98% (4) abaixo para idade. Enquanto para a estatura, 73,13% (98) apresentaram estatura adequada em relação à idade, 23,13% (31) elevada e 3,73% (5) abaixo. De acordo com a curva de percentil do IMC para a idade, 44,02% (59) das crianças possuíam estado nutricional eutrófico, 22,38% (30) obesidade, 17,91% (24) das crianças apresentaram sobrepeso e 15,66% (21) estavam em estado de magreza. As informações descritivas dos domínios antropométricos, neuromusculares e dos níveis de Vit. D estão na tabela 2.

Tabela 2 - Descrições hemodinâmicas, antropométricas, neuromusculares e dos níveis de vitamina D.

VARIÁVEIS	n	Média (DP)	Máximo	Mínimo
	134			
Antropometria				
Massa corporal		36,02 ($\pm 11,14$)	67,4	19,15
Estatura		137,60 ($\pm 0,10$)	161	114

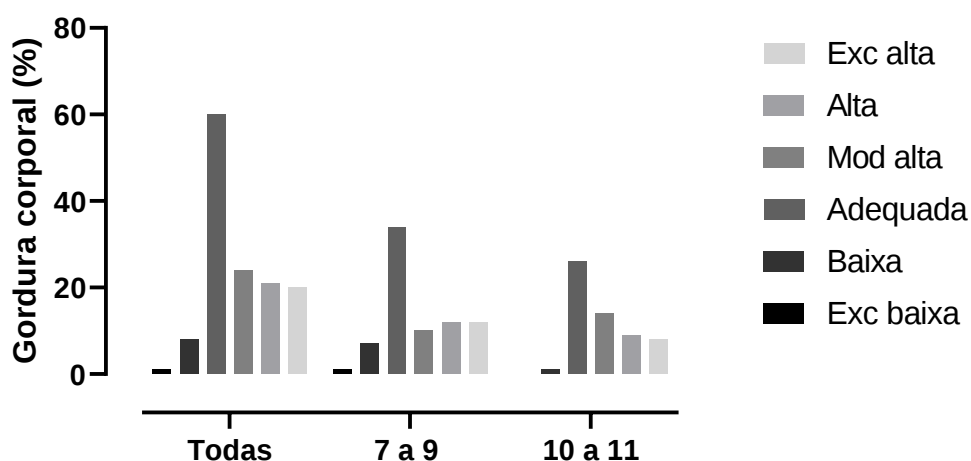
IMC	18,58 ($\pm 4,24$)	35,39	11,67
CC	63,68 ($\pm 10,46$)	98,5	47
% G	22,70 ($\pm 8,15$)	36,5	8,9
Neuromotor			
FPM (dir)	14,23 ($\pm 3,91$)	28,53	5,36
FPM (esq)	13,73 ($\pm 4,62$)	48,19	6,6
Quociente motor	98,08 ($\pm 15,48$)	132	40
86			
Níveis de vitamina D			
Status	28,29 (8,31)	65	15,7

Legenda: IMC – índice de massa corporal; CC – circunferência de cintura; %G - % de gordura corporal; FPM – força de preensão manual; dir – direita; esq – esquerda.

Fonte: A autora (2022).

Acerca do %G, 134 crianças foram analisadas e apresentaram média de 22,70 $\pm$ 8,15% (TABELA 2), ao traduzir esse valor para classificação, para o sexo masculino é moderadamente alta, por outro lado para o sexo feminino é adequado. Considerando a ordem de classificação excessivamente baixa, baixa, adequada, moderadamente alta, alta e excessivamente alta, observamos que: a) as crianças de 7 a 9 anos corresponderam respectivamente a 1,31% (1), 9,21% (7), 44,73% (34), 13,15% (10), 15,78% (12) e 15,78% (12) do total da amostra; b) as crianças entre 10 e 11 anos corresponderam a 0% (0), 1,72% (1), 44,82% (26), 24,13% (14), 15,51% (9) e 13,79% (8) do total da amostra analisada. Os valores absolutos estão ilustrados no gráfico 2.

Gráfico 2 – Valores absolutos do quantitativo de crianças por classificação de % de gordura corporal. No grupo geral foram analisadas 134 crianças, excessivamente baixa (n= 1), baixa (n= 8), adequado (n= 60), moderadamente alta (n= 24), alta (n= 21) e excessivamente alta (n= 20). No grupo de 7 a 9 anos e 11 meses foram analisadas 76 crianças, excessivamente baixa (n= 1), baixa (n= 7), adequado (n= 34), moderadamente alta (n= 10), alta (n= 12) e excessivamente alta (n= 12). No grupo 10 a 11 anos e 11 meses foram analisadas 58 crianças, excessivamente baixa (n= 0), baixa (n= 1), adequado (n= 26), moderadamente alta (n= 14), alta (n= 9) e excessivamente alta (n= 8).



Fonte: A autora (2022).

No que diz respeito às variáveis neuromotoras, a força representada pela FPM no hemicorpo direito apresentou média de 14,23 ($\pm 3,91$) kg e no esquerdo 13,73 ($\pm 4,62$) kg (TABELA 2). Vale ressaltar que a maior parte das crianças estava no percentil 75 dos valores normativos para FPM, representando, para mão direita e mão esquerda respectivamente, 25,37% (32) e 23,13% (31). Os valores descritivos da FPM e classificação nos valores normativos estão na tabela 3.

Tabela 3 – Diferenças da frequência relativa (%) da classificação da FPM em relação à mão avaliada e à idade.

Percentil (classificação)	FPM lado direito		FPM lado esquerdo	
	n	%FR	n	%FR
P10	13	9,70	14	10,44
P15	10	7,46	6	4,47
P25	19	14,17	18	13,43
P50	26	19,40	29	21,64
P75	31	23,13	34	25,37
P85	13	9,70	13	9,70
P90	22	16,41	20	14,92

Legenda: FPM – Força de preensão manual.

Fonte: A autora (2022).

No tocante à coordenação motora grossa, foi encontrada uma média de 98,08 ($\pm 15,48$) no escore do quociente motor (TABELA 2). Quando observadas as

diferenças descritivas dos grupos etários de 7 a 9 e de 10 a 11, foi identificado que: a) o grupo de 7 a 9 anos apresentou maiores escores para as atividades de equilíbrio na trave, salto monopodal, salto lateral e na transferência na plataforma, apresentando médias de escores, respectivamente, de $82,26 \pm 16,40$, $89,09 \pm 16,29$, $81,57 \pm 17,30$ e $87,53 \pm 18,07$ em relação ao grupo de 10 a 11 anos. Este último apresentou para essas mesmas atividades, médias de $76,06 \pm 14,32$, $73,98 \pm 15,45$, $64,72 \pm 13,19$ e $77,36 \pm 14,51$; b) em relação à classificação do quociente motor, foi possível observar que no grupo 7 a 9 anos, a maior parte correspondendo a 71,05% (54) das crianças apresentaram classificação normal, seguido de 17,10% (13) com boa coordenação. Enquanto no grupo de 10 a 11, a predominância foi na classificação normal, correspondendo a 70,68%, contudo seguido de 25,86% (15) das crianças apresentando perturbações na coordenação. As diferenças entre os grupos etários se encontram na tabela 4.

Tabela 4 – Diferenças descritivas entre dois grupos etários para a classificação e escores das atividades motoras do teste KTK.

Grupos	Classificação									
	Insuficiência		Perturbações		Normal		Boa		Alta	
	n	FR	n	FR	n	FR	n	FR	n	FR
7 a 9	3	3,94%	4	5,26%	54	71,05%	13	17,10%	2	2,63%
10 a 11	2	3,44%	15	25,86%	41	70,68%	-	-	-	-
Grupos	Atividades motoras									
	Equilíbrio		Salto m		Salto L		Transferência		Escore total	
	Média	(DP)	Média	(DP)	Média	(DP)	Média	(DP)	Média	(DP)
7 a 9	82,26	$\pm 16,40$	89,09	$\pm 16,29$	81,57	$\pm 17,30$	87,53	$\pm 18,07$	102,97	$\pm 16,48$
10 a 11	76,06	$\pm 14,32$	73,98	$\pm 15,45$	64,72	$\pm 13,19$	77,36	$\pm 14,51$	91,68	$\pm 11,32$

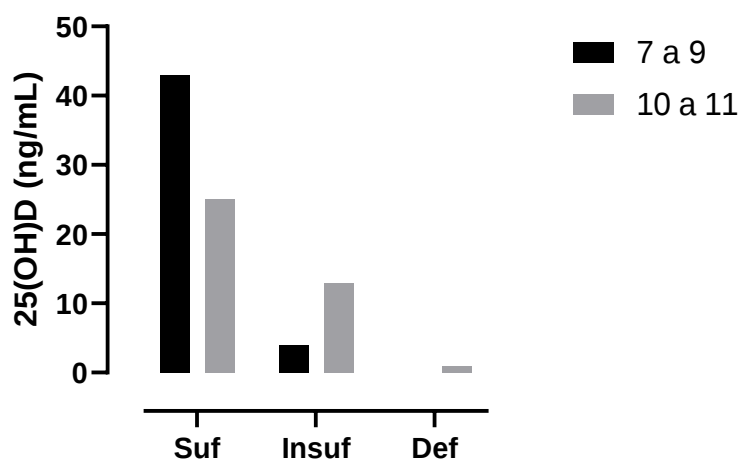
Legenda: Perturbações – Perturbações na coordenação; Insuficiência – Insuficiência de coordenação; Boa – Boa coordenação; Alta – Alta coordenação; Equilíbrio – Tarefa equilíbrio em retaguarda; Salto M – Tarefa salto monopodal; Salto L – Tarefa salto lateral; Transferência – Transferência na plataforma.

Fonte: A autora (2022).

O nível sérico de vitamina D foi analisado em 86 crianças, representando 64,17% da amostra total do estudo. A redução aconteceu em virtude de desistências dos participantes (ou responsáveis) ou quando em três tentativas de coleta de sangue

não fora atingida amostra biológica suficiente para a posterior análise. Seguindo as referências da American Academy of Pediatrics (2008), das crianças analisadas, 79,06% (68) estavam com níveis suficientes de Vit. D, enquanto 19,76% (17) apresentaram níveis insuficientes e 1,16% (1) apresentou deficiência de Vit. D. Além disso, quando estratificados pela idade, o grupo 7 a 9 anos em comparação ao grupo 10 a 11 anos, apresentou maior número de crianças com níveis suficientes de Vit. D, correspondendo a 63,23% (43) dos indivíduos analisados quanto à Vit. D. Para a classificação de insuficiência, o grupo de 10 a 11 anos em relação ao de 7 a 9 anos apresentou maior número de crianças nessa classificação, correspondendo a 19,11% (13) dos participantes. O gráfico 3 ilustra as diferenças entre os grupos etários em relação aos níveis séricos de Vit. D.

Gráfico 3 – Diferenças entre os grupos etários em relação aos níveis de 25(OH)D. Foram analisadas 86 crianças. O grupo 7 a 9 anos e 11 meses contém 47 participantes, sendo 43 com suficiência, 4 com insuficiência e 0 com deficiência. O grupo 10 a 11 anos e 11 meses contém 39 participantes, sendo 25 com suficiência, 13 com insuficiência e 1 com deficiência.



Fonte: A autora (2022).

As correlações entre os *status* de Vit. D, parâmetros antropométricos e variáveis neuromotoras foram analisadas em dois grupos etários: 7 a 9 anos e 11 meses e 10 a 11 anos e 11 meses. Foram encontradas correlações significantes no grupo 7 a 9 anos e 11 meses entre: *status* de Vit. D e o *escore* do KTK ($n= 56$, $r= 0,31$, $p= 0,039$), cuja correlação foi fraca positiva. Já no grupo 10 a 11 anos e 11 meses, foram observadas correlações significantes entre: *status* de Vit. D e o peso corporal ($n= 30$, $r= 0,34$, $p= 0,031$), nesse caso a correlação foi fraca negativa; *status* de Vit. D

e o %gordura corporal ($n= 30$, $r= -0,32$, $p= 0,046$), a correlação mostrou ser fraca negativa, e; *status* de Vit. D e o *escore* do KTK ($n= 30$, $r= 0,35$, $p= 0,029$) apresentando uma correlação fraca positiva. Não houve correlação entre o *status* de Vit. D e as demais variáveis analisadas (TABELA 5).

Tabela 5 – Correlações entre os *status* de Vit. D e as variáveis antropométricas e neuromotoras em dois grupos etários.

VARIÁVEIS		7 a 9		10 a 11	
	Componentes	<i>r</i>	<i>p</i>	<i>r</i>	<i>p</i>
Antropométricas x <i>Status</i> de Vit D	Peso	- 0,18	0,214	- 0,34	0,031
	IMC	- 0,10	0,484	- 0,13	0,400
	CC	- 0,18	0,217	- 0,25	0,115
	Dobra tricipital	- 0,01	0,903	- 0,23	0,157
	Dobra subescapular	- 0,04	0,742	- 0,19	0,242
	% Gordura corporal	- 0,00	0,962	- 0,32	0,046
		<i>r</i>	<i>p</i>	<i>r</i>	<i>p</i>
Neuromotoras x <i>Status</i> de Vit D	FPM dir	- 0,21	0,149	- 0,19	0,470
	FPM esq	- 0,16	0,259	0,07	0,629
	KTK <i>escore</i>	0,31	0,039	0,35	0,029

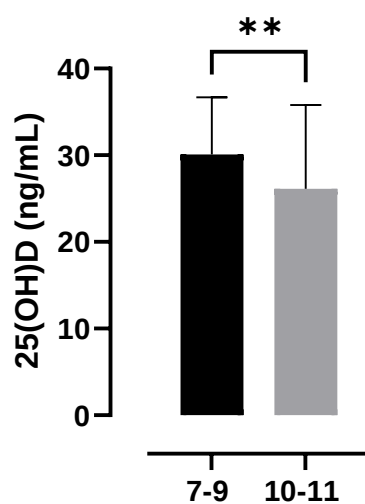
Correlações realizadas com o teste de Pearson: 7 a 9 anos e 11 meses – *Status* de Vit. D x Peso; 7 a 9 anos e 11 meses – *Status* de Vit. D x CC; 7 a 9 anos e 11 meses – *Status* de Vit. D x KTK *escore*. As demais correlações foram realizadas com o teste de Spearman.

Legenda: IMC – Índice de massa corporal; CC – Circunferência de cintura; FPM dir – Força de preensão manual do lado direito; FPM esq – Força de preensão manual do lado esquerdo; KTK *escore* – *Escore* do teste *Körperkoordinations test für kinder*.

6.1 RESULTADO SUPLEMENTAR

Foi realizada a comparação entre as médias dos dois grupos etários que passaram pela análise e quantificação dos níveis de 25(OH)D. Observou-se que as crianças entre 7 e 9 anos apresentaram maiores médias em relação às crianças que tinham entre 10 e 11 anos de idade (gráfico 4).

Gráfico 4 – Comparação entre as médias dos níveis de 25(OH)D entre os grupos etários 7 a 9 anos e 10 a 11 anos.



Grupo 7 a 9 anos: 30,09 ± 6,60; grupo 10 a 11 anos: 26,14 ± 9,65. **p= 0,001 usando teste de *Mann-Whitney*.

Fonte: A autora (2022).

7 DISCUSSÃO

O propósito do presente estudo foi analisar os níveis de Vit. D e verificar a presença de possível associação a variáveis antropométricas e neuromotoras em crianças escolares do município de Vitória de Santo Antão. Essas somaram 134 indivíduos nas análises sociodemográficas, antropométricas e neuromotoras. Já para a análise de vitamina D, 86 indivíduos foram analisados, representando 64,17% da amostra total. Para tais associações, foram explorados: a) o perfil sociodemográfico; b) maturação sexual; c) medidas antropométricas como massa corporal, estatura, CC e dobras cutâneas para cálculo de %G; d) variáveis neuromotoras como a FPM e o desempenho motor, e; d) análise de Vit. D sanguínea. Além disso, a pressão arterial sistólica e diastólica também foram mensuradas. Os resultados serão discutidos nesta sessão, seguindo a ordem supracitada das análises.

A idade média das crianças participantes foi de 9,2 ($\pm 1,38$) anos, sendo 50,74% do sexo masculino, com tipo IV de pele predominante, correspondendo a 48,50%. Foram adotados os critérios de Fitzpatrick (1988) e embora essa escala seja reconhecida pela Sociedade Brasileira de Dermatologia (2021) ainda são escassos os estudos brasileiros que a utilizam, sobretudo na população infantil. Contudo, segundo o IBGE (IBGE, 2019) através da Pesquisa Nacional por Amostras de Domicílio Contínua (PNAD Contínua), no Brasil, pessoas que se autodeclararam de cor parda correspondem a 46,8% da população. Essa cor de pele se aproxima do critério IV de Fitzpatrick, cuja aquela que é morena clara, raramente queima e sempre bronzeia, mostrando convergência entre as informações coletadas do presente estudo e as informações da entidade.

Nesse contexto, é importante frisar que a pele tem a capacidade de sintetizar fotoquimicamente a Vit. D e o tipo de pele pode modular os níveis dessa vitamina (D'ORAZIO *et al.*, 2013). Um estudo com o objetivo de avaliar os níveis de 25(OH)D, o fototipo de pele e o índice solar e verificar a associação desses com fatores de risco metabólico (AZEVEDO *et al.*, 2018), foi realizado no Brasil. Foram avaliados 729 indivíduos adultos com idade média de $65,13 \pm 9,18$ anos. Embora os indivíduos tenham apresentado uma alta prevalência dos níveis inadequados de Vit. D, o que foi diferente do presente estudo, e que pode ser justificado pela diferença de idade das amostras, apresentaram também que 60,6% dos participantes relataram tipo de pele III e IV de acordo com a escala de Fitzpatrick, dado semelhante ao encontrado pelo

presente estudo. Esses dados são importantes para a caracterização da amostra, uma vez que é sabido que o tipo de pele é capaz de interagir com os níveis de 25(OH)D, principalmente em países como o Brasil, que apresenta rica miscigenação étnica.

Levando em consideração os achados acerca das características socioeconômicas, destacamos os dados sobre o nível educacional dos pais e a renda das famílias. Embora não tenha sido nosso objetivo, é importante ressaltar que outros estudos relatam associação entre o nível de escolaridade materna e níveis abaixo do adequado de Vit. D em crianças holandesas (VOORTMAN *et al.*, 2015), brasileiras (LOURENÇO *et al.*, 2020a) e colombianas (BEER; HERRÁN; VILLAMOR, 2020). É possível observar resultados semelhantes no presente estudo. Ainda mais, por volta de 9% da amostra avaliada não possuía nenhuma renda, levando em consideração também programas governamentais. Diante de questões similares, Roth e colaboradores (2018) observaram que países de baixa renda têm dificuldades em relação à eficiência da fortificação alimentar, disponibilidade e acessibilidade de alimentos ricos em Vit. D e ainda apresentam um baixo interesse na suplementação dessa vitamina, podendo eventualmente justificar a associação entre os fatores econômicos e a deficiência de Vit. D (KIELY; WAGNER; ROTH, 2020). Apesar da população do presente estudo ser brasileira e o Brasil, segundo o banco mundial, estar classificado como um país de renda média-alta, há uma alta prevalência da deficiência de Vit. D no país.

Os achados do presente estudo mostram que 20,92% da amostra estudada possui níveis abaixo do adequado de Vit. D, assim como o estudo de Milagres e colaboradores (2017) realizado em 378 crianças com idade de 8 e 9 anos que apresentou prevalência de 12,2% de deficiência e 43,3% de insuficiência e o estudo de Lourenço e colaboradores (2020) que apenas 31,8% das crianças selecionadas, que tinham entre 11 e 15 meses de idade, apresentaram suficiência de Vit. D. Mostrando dessa forma que, embora Roth *et al.*, tenham documentado a interação entre os fatores econômicos e os níveis de Vit. D evidenciando os países de baixa renda, diferentes dados realizados no Brasil, país de renda média-alta, também apresenta problemas relacionados à alta prevalência de hipovitaminose D, reforçando a necessidade de mais investigações em países com tais características.

Para identificar o desenvolvimento puberal o estadiamento de Tanner (TANNER, 1981) é frequentemente utilizado em avaliações físicas (ABREU; KAISER,

2016; GOLUB *et al.*, 2008; MENDLE; TURKHEIMER; EMERY, 2007; SØRENSEN *et al.*, 2012). A puberdade é um momento de mudanças físicas e hormonais e durante esse período o crescimento em estatura, a composição corporal e as características secundárias sofrem alterações (ABREU; KAISER, 2016). No presente trabalho, foi possível observar que quando as crianças foram avaliadas em relação aos pelos estavam em maioria na fase pré-puberal, de modo que 68,67% corresponderam às crianças mais novas (7 a 9 anos) e 38,80% estavam na fase puberal, sendo a maioria as crianças de 10 a 11 anos, correspondendo a 67,74%. Em relação ao desenvolvimento mamário e de genitália, 33,58% estavam na fase pré-puberal, desses, 75,55% eram crianças com idade entre 7 e 9 anos. Ainda conforme esse critério, a fase puberal correspondeu a 66,41%, dos quais 52,80% tinham idade entre 10 e 11 anos.

No domínio antropométrico, foram averiguados em nossa pesquisa 3 componentes da composição corporal, sendo massa corporal, IMC x idade e %G, e também as curvas de crescimento (peso x idade e estatura x idade). Todos esses parâmetros fazem parte de modelos desenvolvidos para estimar a composição corporal de todas as idades e suas alterações podem acontecer em função de fatores biológicos, ambientais e/ou genéticos/epigenéticos influenciando na qualidade de vida dos indivíduos (ELLIS, 2000). Nos achados, verificou-se que a maior parte das crianças estavam com o peso, altura e IMC adequados para a idade e com o %G também adequado. Contudo, as crianças que estavam fora das adequações estabelecidas para esses parâmetros, quando somadas correspondem a números elevados e preocupantes.

Posto isso, diversos autores somam esforços para melhor compreender a interação dessas variáveis com a situação de saúde de crianças e adolescentes. Uma grande colaboração liderada por Bentham (2017) publicada na Lancet, estimou tendências mundiais baseadas no IMC de crianças e comparou às tendências para adultos e verificou que dos 128,9 milhões de indivíduos participantes, cerca de 31,5 milhões tinham entre 5 e 19 anos. O referido estudo aponta que no período entre 1975 e 2016 a prevalência global padronizada pela idade para a obesidade aumentou de 0,7% (0,4 – 1,2) para 5,6% (4,8 – 6,5) nas meninas e de 0,9% (0,5 – 1,3) para 7,8% (6,7 – 9,1) nos meninos. É possível identificar essa mudança no aumento da obesidade em nosso estudo, uma vez que 32,08% das crianças estavam com o peso

elevado para a idade e 40,19% do total da amostra estava com obesidade ou sobrepeso. Ainda contribuindo para a compreensão dos componentes corporais, Eun Lee e Kun-hoo conduziram em 2018 uma revisão sistemática que evidencia a complexidade dos fatores de risco para o desenvolvimento da obesidade infantil. Além disso, salienta também que é importante para o combate estratégias que saiam do âmbito do desequilíbrio entre a ingestão calórica e a AF e explorem fatores psicológicos, socioeconômicos e ambientais associados (LEE; YOON, 2018).

O excesso de gordura corporal configura um problema de saúde mundial (HE *et al.*, 2015). A OMS em 2010 apontou que cerca de 43 milhões de crianças e adolescentes eram obesos (DAMASCENO, 2016), resultando, dessa forma, no crescente interesse acerca do tema. Compreender melhor a composição corporal de crianças e adolescentes e documentar as informações é fundamental para o controle e monitoramento desses indivíduos a fim de reduzir tais prejuízos. Alves Junior e colaboradores (2017) reforçam a necessidade da identificação precoce do excesso de gordura corporal ainda na infância para que a prevenção do surgimento de outras doenças na vida adulta aconteça.

O domínio neuromotor também foi explorado no presente estudo, com relação à FPM que mostra ser uma ferramenta eficaz, não invasiva e de baixo custo e que tem sido utilizada em diversos estudos. A FPM está associada à força muscular isométrica podendo ser utilizada como um indicador de força geral além de se mostrar uma medida confiável quando realizada em dinamômetro de preensão manual digital na população infantil (GAÇSIOR *et al.*, 2020). Esse indicador é capaz de interagir não só com predições neuromotoras como também com a saúde mental (HWANG; AHN; CHOI, 2021). Além do mais, uma revisão sistemática conduzida por McGrath (2020), apontou que a FPM é uma ferramenta abrangente de avaliação dos sistemas corporais e pode representar o estado de saúde geral e não apenas uma condição específica de saúde.

Um estudo (SARAIVA *et al.*, 2021) verificou a associação entre a FPM e a densidade mineral óssea (DMO) de 243 crianças e adolescentes brasileiros com idade média de $9,3 \pm 2,2$ anos. Em seus achados, o sexo feminino apresentou associação positiva à maior DMO e no sexo masculino foi observado uma relação positiva, enquanto maior FPM esteve relacionada a maior DMO. Além disso, a amostra do referido estudo apresentou média para peso corporal de $39,93 \pm 14,30$, para estatura

de $141,02 \pm 13,62$ e para FPM de $16,1 \pm 6,26$. Em paralelo ao presente estudo, é possível afirmar que ambos os achados, para tais variáveis, observaram valores semelhantes, fortalecendo a documentação de dados para essa faixa etária.

É possível encontrar diversos testes para os domínios neuromotores na literatura científica, especificamente para o padrão de desempenho motor um teste bastante utilizado em crianças e adolescentes é o *Körperkoordinationstest für Kinder* (KTK) (MOREIRA *et al.*, 2019a; O'BRIEN-SMITH *et al.*, 2019; VANDORPE *et al.*, 2011). No Brasil, pesquisadores comumente utilizam essa ferramenta em crianças e um estudo (DOS SANTOS, F. K. *et al.*, 2018) estimou a prevalência do estado ponderal das crianças segundo sexo, idade, categorias de peso ao nascer e também as ligações entre fatores biológicos, comportamentais em categorias de peso. Para avaliar o desempenho motor de 501 crianças (248 meninas e 253 meninos) com idades entre 5 e 10 anos, autores utilizaram o teste KTK e baseados no resultado exposto, a média do quociente motor da amostra do estudo supracitado, quando classificada, corresponde a mesma classificação para a média encontrada no presente estudo. Em uma amostra brasileira composta por 565 voluntários com idade média de $7,93 \pm 1,51$ anos, foi explorada a ferramenta KTK. Nesse estudo, os autores concluíram que as propriedades psicométricas do teste foram bem ajustadas para crianças brasileiras (MOREIRA *et al.*, 2019). Portanto, os achados da presente investigação corroboram com o aumento das informações sobre a inter-relação do domínio neuromotor e outros sistemas, dado que a presente investigação avaliou a correlação entre a FPM, o KTK e os níveis de Vit. D em diferentes faixas etárias.

Alcançando o objetivo geral desse estudo, serão discutidos a seguir os achados em relação à Vit. D. No presente estudo, foram encontradas correlações fraca positiva entre os níveis de Vit. D x *score* de KTK (7 a 9 anos), fraca negativa entre Vit. D x peso corporal, fraca negativa entre os níveis de Vit D x %G e por fim fraca positiva entre os níveis de Vit. D x *score* de KTK (10 a 11 anos). Embora, nos últimos anos tenha havido um maior interesse acerca da melhor compreensão da interação entre a Vit. D e os eventos extraesqueléticos, ainda são escassos estudos que explorem essa temática.

A relação entre a Vit. D e os aspectos antropométricos são amplamente discutidos, porém, pouco compreendida com relação aos mecanismos relacionados a essa interação. Wortsman e colaboradores (2000) conduziram testes para verificar

se a obesidade modifica a produção cutânea ou a absorção intestinal de Vit. D, apesar de observarem que indivíduos obesos e não obesos não apresentaram diferença significativa na síntese de Vit. D cutânea após irradiação. Esses autores apontaram que tal associação se justifica devido à redução da biodisponibilidade em função da deposição de Vit. D nos compartimentos de gordura corporal. Portanto, recentemente foi realizada uma revisão sistemática com meta análise envolvendo 24.600 pacientes crianças e adolescentes, a fim de buscar fortalecer um consenso na literatura quanto à maior frequência de deficiência de Vit. D em crianças e adolescentes obesos (FIAMENGHI; MELLO, 2021).

No estudo em questão, constatou-se que crianças obesas em relação às eutróficas, apresentam maior prevalência de deficiência em Vit. D. Essa informação pode justificar o achado neste estudo, em relação às correlações negativas verificadas entre a Vit. D e, tanto no peso corporal ($r = -0,34$, $p = 0,031$), quanto no %G ($r = -0,32$, $p = 0,046$). Além de convergir com a informação que maior peso corporal ou %G mais elevados geralmente estão associados a níveis de Vit. D mais baixos. Um estudo (PRUSZKOWSKA-PRZYBYLSKA *et al.*, 2021) conduzido em 133 crianças polonesas, sendo 73 meninas e 60 meninos, investigou simultaneamente Vit. D, cortisol, 2D:4D e composição corporal. Os autores não encontraram associação entre as variáveis analisadas, não corroborando a presente pesquisa. É importante frisar que nesse estudo a Vit. D foi quantificada através da saliva, diferente do nosso estudo que utilizou amostras de sangue. A diferença entre os métodos utilizados, pode ser a justificativa para a ausência encontrada para a presença da relação entre as variáveis.

No tocante aos aspectos neuromotores, os quais compõem um importante campo de estudo extra esquelético influenciados pela Vit. D, a capacidade de produção de força parece ser aumentada em função do estímulo da síntese proteica em fibras musculares do tipo II (NEAL *et al.*, 2015; TODD *et al.*, 2015). Por conseguinte, a FPM é usada como um importante preditor de força global em crianças saudáveis (NORMAN, K. *et al.*, 2011), além de ser um importante fenótipo de força muscular (HOGREL, 2015). Na presente investigação, a hipótese de correlação entre Vit. D e a FPM não foi confirmada, do contrário, constatou-se ausência de tal correlação, resultado esse que está em concordância com achados da literatura.

Um coletivo de autores (KIM *et al.*, 2019) conduziram análises das concentrações séricas de 25(OH)D em relação à FPM em uma *coorte* representativa

da população coreana na fase adulta. Foi verificado que não houve correlação entre o nível de 25(OH)D e a FPM. Já Annweiler e colaboradores (2009), investigaram se a baixa concentração de 25(OH)D estava associada a menores níveis de força muscular em uma *coorte* de mulheres idosas e afirmam também que os achados não suportam a hipótese de tal associação. Dessa forma, é possível afirmar que, apesar dos esforços da comunidade científica, é necessária a realização de mais pesquisas para melhor compreensão acerca da possível associação entre o *status* de Vit. D e FPM, bem como os desdobramentos dessa associação.

Contudo, no domínio neuromotor, não só a FPM foi analisada como também o desempenho motor através do teste de KTK. Foi visto em ambos os grupos analisados, 7 a 9 anos e 11 meses e 10 a 11 anos e 11 meses, uma correlação fraca positiva entre os níveis de Vit. D e o *escore* do KTK. Poucos estudos analisaram os níveis de Vit. D de crianças brasileiras, sobretudo com vistas à interação entre a vitamina e a coordenação motora. Lourenço e colaboradores (2020) analisaram 468 crianças de ambos os sexos com relação aos fatores associados à suficiência de Vit. D ajustando para sexo, idade, cor de pele, baixa estatura e suplementação de vitamina A+D. Entretanto, nesse estudo não foram analisadas variáveis neuromotoras. O interesse em investigar a Vit. D e os aspectos do desempenho motor, como a coordenação motora e o equilíbrio, muda quando consultadas outras populações, destacando a terceira idade.

Dessa forma, é importante salientar que estudos que verificaram associação entre a Vit. D e equilíbrio ou coordenação motora em crianças saudáveis são escassos. Dawson-Hughes (2017), conduziu uma revisão sistemática em 2017, relatando as alterações observadas na deficiência de Vit. D e o impacto da suplementação dessa vitamina em alguns parâmetros, dentre esses o equilíbrio. Foi documentado pelo autor que os níveis de Vit. D estão relacionados ao equilíbrio, sobretudo o reestabelecimento dos níveis dessa vitamina através de suplementação, pode melhorar essa valência física e reduzir os riscos de queda, porém essas informações são relativas à população idosa. Outro estudo, investigou os efeitos a longo prazo da deficiência de Vit. D nos parâmetros de equilíbrio. Esse, conduzido por Alak e colaboradores (SAHIN ALAK *et al.*, 2020), recrutou 370 pacientes, analisaram além de outros parâmetros, o desempenho do equilíbrio em marcha após suplementação de Vit. D. Nesse estudo foi observado que o grupo que tinha menores

níveis de Vit. D no início do estudo e após suplementação atingiu níveis suficientes, melhoraram no equilíbrio de acordo com a escala de Performance Oriented Mobility Assessment. Contudo, esse estudo também foi realizado com idosos.

Apesar dos estudos com outras populações aumentarem a gama de informação disponível na literatura, a grande maioria que explora valência física equilíbrio e a lacuna sobre a correlação entre a coordenação motora e a Vit. D, permanece pouco explorada. A vit. D tem sido amplamente estudada e pesquisas apontam sobre a importância de se identificar os mecanismos e as implicações a respeito dos baixos níveis e/ou níveis insuficientes dessa vitamina e sua interação com eventos extra esqueléticos. Essa é frequentemente associada ao declínio fisiológico natural e autores apontam para as consequências da hipovitaminose D em idosos. Entretanto, é necessário ampliar largamente a faixa etária desses estudos, uma vez que ao identificar o déficit de vit. D durante a primeira infância é possível fazer as intervenções necessárias para a resolução da situação de saúde e evitar danos que poderiam repercutir ao longo da vida e gerar diversos custos para a economia do país.

Além do mais, também foi identificada nesse trabalho uma diferença significativa entre as médias de grupos etários diferentes após comparação estatística. Embora fosse um pequeno intervalo de tempo entre as faixas etárias, as crianças entre 7 e 9 anos de idade apresentaram uma maior média dos níveis de 25(OH)D em relação às crianças entre 10 e 11 anos. A deficiência de Vit. D pode se manifestar em intensidades diferentes, quando grave propicia o desenvolvimento de raquitismo em crianças e osteomalácia em adultos. A infância e a adolescência são períodos críticos e sensíveis a alterações nos níveis de 25(OH)D, uma vez que são momentos de maior deposição mineral óssea e intenso crescimento esquelético, inclusive durante a puberdade (CHANG; LEE, 2019). Mesmo que nas últimas décadas a prevalência da deficiência de Vit. D esteja sem modificações significantes, tendências apontam que o aumento do IMC e a redução dos níveis de AF podem resultar em prejuízos para o *status* dessa vitamina (LIPS; DE JONGH; VAN SCHOOR, 2021).

A deficiência subclínica de Vit. D, uma manifestação sem sintomas evidentes e mais branda, é mais prevalente e está associada à osteoporose e maior incidência de quedas ou fraturas na população idosa. Os declínios associados à idade em relação

aos níveis de 25(OH)D como a redução da síntese dérmica, diminuição da taxa de hidroxilação, pior resposta dos tecidos-alvo, menor exposição à luz solar aumentam o risco dessa deficiência em idosos (CHANG; LEE, 2019). Um estudo selecionou 80.000 indivíduos, dentre os quais 24.074 foram analisados quanto à concentração média de 25(OH)D e à prevalência de hipovitaminose D em pessoas com idade entre 1 e 95 anos em estado do Brasil. Após as análises, foi visto que em ambos os sexos, os valores dessa vitamina diminuíram dos primeiros anos de vida até a adolescência, corroborando o presente achado. Além de apontar a necessidade de estratégias de prevenção da hipovitaminose D para a população idosa que apresentou uma alta prevalência de níveis inadequados de 25(OH)D no respectivo estudo (LEÃO *et al.*, 2021).

Segundo Chang Lee (2019), a triagem dos níveis de 25(OH)D de rotina é recomendada em crianças em casos de baixo crescimento, irritabilidade ou atraso no desenvolvimento motor grosso. Dessa forma, destaca-se a importância da identificação precoce da hipovitaminose D e suas correlações com os aspectos neuromotores e com os parâmetros antropométricos na primeira infância, a fim de reduzir danos na funcionalidade muscular e metabólica. É necessário também a descrição sociodemográfica da população, fator esse essencial e de interesse público/governamental/institucional para o desenvolvimento de intervenções com o intuito de sanar esse problema de saúde pública, tanto com ações de serviços de intervenção como no desenvolvimento de políticas públicas eficientes baseadas em evidências científicas para a prevenção de complicações de saúde nessa população.

8 CONCLUSÃO

Os achados do presente estudo comprovam a presença de correlação entre os níveis de Vit. D tanto com os domínios antropométricos, quanto com os aspectos neuromotores. No domínio antropométrico, fica evidente a correlação fraca negativa, de modo que indivíduos que apresentam maior peso e/ou maior %G, apresentam também menores níveis de 25(OH)D. Já nos aspectos neuromotores, os níveis de Vit. D se correlacionam de maneira fraca positiva, de forma que indivíduos com melhores desempenhos neuromotores, nesse caso em relação a coordenação motora grossa, apresentam também níveis maiores de 25(OH)D.

Além disso, foi mostrado que existe uma diferença significativa nas médias dos níveis de Vit. D, reforçando que os níveis dessa vitamina apresentam redução com o avanço da idade, mesmo em intervalos curtos de tempo como identificamos. Os resultados da seguinte pesquisa sugerem que a identificação precoce da hipovitaminose D e suas correlações com eventos extra esqueléticos são importantes para o desenvolvimento de intervenções que busquem reduzir os problemas da saúde pública relacionados aos níveis inadequados dessa vitamina.

REFERÊNCIAS

ABREU, Ana Paula; KAISER, Ursula B. Pubertal development and regulation. **The lancet. Diabetes & endocrinology**, [s. l.], v. 4, n. 3, p. 254–264, 2016. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/S2213-8587\(15\)00418-0](https://doi.org/10.1016/S2213-8587(15)00418-0). Acesso em: 6 ago. 2022.

ALVES JUNIOR, Carlos A.S. *et al.* Anthropometric Indicators as Body Fat Discriminators in Children and Adolescents: A Systematic Review and Meta-Analysis. **Advances in Nutrition**, [s. l.], v. 8, n. 5, p. 718, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.3945/AN.117.015446>. Acesso em: 14 ago. 2022.

ANNWEILER, C. *et al.* Is there an association between serum 25-hydroxyvitamin D concentration and muscle strength among older women? Results from baseline assessment of the EPIDOS study. **The Journal of Nutrition, Health and Aging**, [s. l.], v. 13, n. 2, p. 90–95, 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s12603-009-0013-1>. Acesso em: 10 jan. 2022.

AZEVEDO, Maria *et al.* Vitamin D Deficiency, Skin Phototype, Sun Index, and Metabolic Risk Among Patients with High Rates of Sun Exposure Living in the Tropics. **The Journal of Clinical and Aesthetic Dermatology**, [s. l.], v. 11, n. 8, p. 15, 2018. Disponível em: [/pmc/articles/PMC6122513/](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6122513/). Acesso em: 14 ago. 2022.

BAKKE, Danika; SUN, Jun. Ancient Nuclear Receptor VDR With New Functions: Microbiome and Inflammation. **Inflammatory Bowel Diseases**, [s. l.], v. 24, n. 6, p. 1149, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1093/IBD/IZY092>. Acesso em: 10 ago. 2021.

BANDEIRA, Francisco *et al.* Vitamin D deficiency and its relationship with bone mineral density among postmenopausal women living in the tropics. **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia & Metabologia**, [s. l.], v. 54, n. 2, p. 227–232, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0004-27302010000200020>. Acesso em: 24 ago. 2021.

BASSATNE, Aya *et al.* Vitamin D supplementation in obesity and during weight loss: A review of randomized controlled trials. **Metabolism**, [s. l.], v. 92, p. 193–205, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/J.METABOL.2018.12.010>

BEAUCHET, Olivier *et al.* Effects of Vitamin D and Calcium Fortified Yogurts on Gait, Cognitive Performances, and Serum 25-Hydroxyvitamin D Concentrations in Older Community-Dwelling Females: Results from the GAit, MEmemory, Dietary and Vitamin D (GAME-D2) Randomized Controlled Trial. **Nutrients**, [s. l.], v. 11, n. 12, p. 2880, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/nu11122880>. Acesso em: 15 set. 2021.

BEER, Rachael J.; HERRÁN, Oscar F.; VILLAMOR, Eduardo. Prevalence and correlates of vitamin D deficiency in a tropical setting: results from a nationally representative survey. **The American Journal of Clinical Nutrition**, [s. l.], v. 112, n. 4, p. 1088–1098, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1093/AJCN/NQAA197>. Acesso em: 10 jan. 2022.

BENTHAM, James *et al.* Worldwide trends in body-mass index, underweight, overweight, and obesity from 1975 to 2016: a pooled analysis of 2416 population-based measurement studies in 128·9 million children, adolescents, and adults. **Lancet (London, England)**, [s. l.], v. 390, n. 10113, p. 2627, 2017. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(17\)32129-3](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(17)32129-3). Acesso em: 6 ago. 2022.

BIKLE, Daniel D. Vitamin D Metabolism, Mechanism of Action, and Clinical Applications. **Chemistry & Biology**, [s. l.], v. 21, n. 3, p. 319–329, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/J.CHEMBIOL.2013.12.016>

BISCHOFF-FERRARI, HA *et al.* Estimation of optimal serum concentrations of 25-hydroxyvitamin D for multiple health outcomes. **The American journal of clinical nutrition**, [s. l.], v. 84, n. 1, p. 18–28, 2006. Disponível em: <https://doi.org/10.1093/AJCN/84.1.18>. Acesso em: 24 ago. 2021.

BITTAR, Fernanda Barros; CASTRO, Charles H. M.; SZEJNFELD, Vera Lúcia. Screening for vitamin D deficiency in a tropical area: results of a sun exposure questionnaire. **BMC Endocrine Disorders 2018 18:1**, [s. l.], v. 18, n. 1, p. 1–6, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1186/S12902-018-0272-0>. Acesso em: 12 ago. 2021.

BOLAND, R *et al.* Avian muscle cells as targets for the secosteroid hormone 1,25-dihydroxy-vitamin D3. **Molecular and cellular endocrinology**, [s. l.], v. 114, n. 1–2, p. 1–8, 1995. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/0303-7207\(95\)03650-V](https://doi.org/10.1016/0303-7207(95)03650-V). Acesso em: 22 ago. 2021.

BOLLEN, Shelby E.; ATHERTON, Philip J. Myogenic, genomic and non-genomic influences of the vitamin D axis in skeletal muscle. **Cell Biochemistry and Function**, [s. l.], v. 39, n. 1, p. 48–59, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/CBF.3595>. Acesso em: 31 ago. 2021.

BOZSODI, Arpad *et al.* Muscle strength is associated with vitamin D receptor gene variants. **Journal of Orthopaedic Research**, [s. l.], v. 34, n. 11, p. 2031–2037, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/jor.23220>. Acesso em: 30 maio 2021.

BROWN, Ronald B; RAZZAQUE, Mohammed S. Dysregulation of phosphate metabolism and conditions associated with phosphate toxicity. **BoneKEY Reports**, [s. l.], v. 4, p. 705, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/BONEKEY.2015.74>. Acesso em: 31 ago. 2021.

BRUMBAUGH, P. F.; HAUSSLER, M. R. Specific binding of 1alpha,25-dihydroxycholecalciferol to nuclear components of chick intestine. **Journal of Biological Chemistry**, [s. l.], v. 250, n. 4, p. 1588–1594, 1975. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/S0021-9258\(19\)41849-8](https://doi.org/10.1016/S0021-9258(19)41849-8)

CASHMAN, Kevin D. Vitamin D Deficiency: Defining, Prevalence, Causes, and Strategies of Addressing. **Calcified Tissue International 2019 106:1**, [s. l.], v. 106, n. 1, p. 14–29, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/S00223-019-00559-4>. Acesso em: 31 ago. 2021.

CASTLE, Monica *et al.* Three Doses of Vitamin D and Cognitive Outcomes in Older Women: A Double-Blind Randomized Controlled Trial. **The Journals of Gerontology: Series A**, [s. l.], v. 75, n. 5, p. 835–842, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1093/gerona/glz041>

CEDIEL, Gustavo; PACHECO-ACOSTA, Johanna; CASTILLO-DURÁN, Carlos. Vitamin D deficiency in pediatric clinical practice. **Arch Argent Pediatr**, [s. l.], v. 116, n. 1, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.5546/aap.2018.eng.e75>. Acesso em: 11 ago. 2021.

CHANG, Szu-Wen; LEE, Hung-Chang. Vitamin D and health - The missing vitamin in humans. **Pediatrics & Neonatology**, [s. l.], v. 60, n. 3, p. 237–244, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.pedneo.2019.04.007>. Acesso em: 11 ago. 2021.

CHIANG, Chien-ming *et al.* Effects of Vitamin D Supplementation on Muscle Strength in Athletes: A Systematic Review. **Journal of Strength and Conditioning Research**, [s. l.], v. 31, n. 2, p. 566–574, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001518>

COSMAN, F. *et al.* Clinician's Guide to Prevention and Treatment of Osteoporosis. **Osteoporosis International**, [s. l.], v. 25, n. 10, p. 2359, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/S00198-014-2794-2>. Acesso em: 23 set. 2021.

D'ORAZIO, John *et al.* UV Radiation and the Skin. **International Journal of Molecular Sciences**, [s. l.], v. 14, n. 6, p. 12222–12248, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/ijms140612222>

DAMASCENO, Albertino. **Noncommunicable Disease**. [S. l.: s. n.], 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/9781119097136.part5>

DAWSON-HUGHES, B. *et al.* IOF position statement: vitamin D recommendations for older adults. **Osteoporosis International** 2010 21:7, [s. l.], v. 21, n. 7, p. 1151–1154, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/S00198-010-1285-3>. Acesso em: 11 ago. 2021.

DAWSON-HUGHES, Bess. Vitamin D and muscle function. **The Journal of Steroid Biochemistry and Molecular Biology**, [s. l.], v. 173, p. 313–316, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jsbmb.2017.03.018>. Acesso em: 6 ago. 2022.

DEAN, Angela J *et al.* Effects of vitamin D supplementation on cognitive and emotional functioning in young adults--a randomised controlled trial. **PloS one**, [s. l.], v. 6, n. 11, p. e25966, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0025966>

DELUCA, G. C. *et al.* Review: The role of vitamin D in nervous system health and disease. **Neuropathology and Applied Neurobiology**, [s. l.], v. 39, n. 5, p. 458–484, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/NAN.12020>. Acesso em: 23 ago. 2021.

DERMATOLOGIA, Sociedade Brasileira de. **Classificação dos fototipos de pele -**

SBD. [S. l.], 2021. Disponível em: <https://www.sbd.org.br/cuidados/classificacao-dos-fototipos-de-pele/>. Acesso em: 4 ago. 2022.

DOS SANTOS, Fernanda Karina *et al.* Biological and behavioral correlates of body weight status among rural Northeast Brazilian schoolchildren. **American Journal of Human Biology**, [s. l.], v. 30, n. 3, p. e23096, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/AJHB.23096>. Acesso em: 6 ago. 2022.

ELLIS, Kenneth J. Human body composition: In vivo methods. **Physiological Reviews**, [s. l.], v. 80, n. 2, p. 649–680, 2000. Disponível em: <https://doi.org/10.1152/PHYSREV.2000.80.2.649/ASSET/IMAGES/LARGE/9J0200074010.JPEG>. Acesso em: 6 ago. 2022.

ELOI, M. *et al.* Vitamin D deficiency and seasonal variation over the years in São Paulo, Brazil. **Osteoporosis International** 2016 27:12, [s. l.], v. 27, n. 12, p. 3449–3456, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/S00198-016-3670-Z>. Acesso em: 24 ago. 2021.

EMADZADEH, Maryam *et al.* The effect of vitamin D fortified products on anthropometric indices: A systematic review and meta-analysis. **Complementary Therapies in Clinical Practice**, [s. l.], v. 41, p. 101242, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/J.CTCP.2020.101242>

FIAMENGHI, Verônica Indicatti; MELLO, Elza Daniel de. Vitamin D deficiency in children and adolescents with obesity: a meta-analysis. **Jornal de Pediatria**, [s. l.], v. 97, n. 3, p. 273–279, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jpmed.2020.08.006>. Acesso em: 12 jan. 2022.

FILTEAU, Suzanne *et al.* Associations of vitamin D status, bone health and anthropometry, with gross motor development and performance of school-aged Indian children who were born at term with low birth weight. **BMJ Open**, [s. l.], v. 6, n. 1, p. e009268, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2015-009268>

FISCHER, Philip R.; THACHER, Tom D.; PETTIFOR, John M. **Pediatric vitamin D and calcium nutrition in developing countries**. [S. l.]: Rev Endocr Metab Disord, 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s11154-008-9085-1>. Acesso em: 11 ago. 2021.

FITZPATRICK, Thomas B. The Validity and Practicality of Sun-Reactive Skin Types I Through VI. **Archives of Dermatology**, [s. l.], v. 124, n. 6, p. 869–871, 1988. Disponível em: <https://doi.org/10.1001/ARCHDERM.1988.01670060015008>. Acesso em: 22 mar. 2022.

FORBES, Patrick A.; CHEN, Anthony; BLOUIN, Jean Sébastien. Sensorimotor control of standing balance. **Handbook of Clinical Neurology**, [s. l.], v. 159, p. 61–83, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-63916-5.00004-5>

GAŚIOR, Jakub S. *et al.* Test–Retest Reliability of Handgrip Strength Measurement in Children and Preadolescents. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, [s. l.], v. 17, n. 21, p. 1–11, 2020. Disponível em:

<https://doi.org/10.3390/IJERPH17218026>. Acesso em: 6 ago. 2022.

GHAREGHANI, Majid *et al.* Latitude, Vitamin D, Melatonin, and Gut Microbiota Act in Concert to Initiate Multiple Sclerosis: A New Mechanistic Pathway. **Frontiers in Immunology**, [s. l.], v. 9, p. 2484, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.3389/FIMMU.2018.02484>. Acesso em: 31 ago. 2021.

GIL, Ángel; PLAZA-DIAZ, Julio; MESA, María Dolores. Vitamin D: Classic and Novel Actions. **Annals of Nutrition and Metabolism**, [s. l.], v. 72, n. 2, p. 87–95, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1159/000486536>. Acesso em: 8 ago. 2021.

GIUDICI, K.; PETERS, B.; MARTINI, L. **FUNÇÕES Plenamente Reconhecidas de Nutrientes: Vitamina D**. [S. l.]: ILSI Brasil. São Paulo, 2018. Disponível em: <http://ilsibrasil.org/wp-content/uploads/sites/9/2018/10/Fascículo-VITAMINA-D-final-ok-autora.pdf>

GOLUB, Mari S. *et al.* Public health implications of altered puberty timing. **Pediatrics**, [s. l.], v. 121 Suppl 3, n. SUPPL.3, 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.1542/PEDS.2007-1813G>. Acesso em: 6 ago. 2022.

GÓMEZ-CAMPOS, Rossana *et al.* Normative data for handgrip strength in children and adolescents in the Maule Region, Chile: Evaluation based on chronological and biological age. **PLoS ONE**, [s. l.], v. 13, n. 8, p. 1–13, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0201033>

GUEDES, D P. **Manual Prático Para Avaliação Em Educação Física - Dartagnan Pinto Guedes - Google Livros**. [S. l.], 2006. Disponível em: https://books.google.com.br/books?id=gEAeGHZXu2AC&printsec=frontcover&hl=pt-BR&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false. Acesso em: 28 mar. 2022.

HALLAL, Pedro Curi; UMPIERRE, Daniel. **Guia de Atividade Física para a População Brasileira**. [S. l.: s. n.], 2021. ISSN 1413-3482.v. 26 Disponível em: <https://doi.org/10.12820/rbafs.26e0211>

HAMILTON, B. Vitamin D and human skeletal muscle. **Scandinavian journal of medicine & science in sports**, [s. l.], v. 20, n. 2, p. 182–190, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/J.1600-0838.2009.01016.X>. Acesso em: 22 ago. 2021.

HARADA, Suguru *et al.* Daily administration of eldecalcitol (ED-71), an active vitamin D analog, increases bone mineral density by suppressing RANKL expression in mouse trabecular bone. **Journal of Bone and Mineral Research**, [s. l.], v. 27, n. 2, p. 461–473, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/JBMR.555>. Acesso em: 9 ago. 2021.

HAUSSLER, Mark R. *et al.* **Vitamin D receptor (VDR)-mediated actions of 1 α ,25(OH) 2 vitamin D 3 : Genomic and non-genomic mechanisms**. [S. l.]: Baillière Tindall, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.beem.2011.05.010>

HE, Fan *et al.* Abdominal obesity and metabolic syndrome burden in adolescents--

Penn State Children Cohort study. **Journal of clinical densitometry : the official journal of the International Society for Clinical Densitometry**, [s. l.], v. 18, n. 1, p. 30–36, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/J.JOCD.2014.07.009>. Acesso em: 14 ago. 2022.

HEANEY, Robert P. *et al.* Vitamin D3 Distribution and Status in the Body. <http://dx.doi.org/10.1080/07315724.2009.10719779>, [s. l.], v. 28, n. 3, p. 252–256, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/07315724.2009.10719779>. Acesso em: 22 ago. 2021.

HILL, Thomas R; ASPRAY, Terry J. The role of vitamin D in maintaining bone health in older people. **Therapeutic Advances in Musculoskeletal Disease**, [s. l.], v. 9, n. 4, p. 89–95, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1177/1759720X17692502>. Acesso em: 30 maio 2021.

HOGREL, Jean Yves. Grip strength measured by high precision dynamometry in healthy subjects from 5 to 80 years. **BMC musculoskeletal disorders**, [s. l.], v. 16, n. 1, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1186/S12891-015-0612-4>. Acesso em: 10 jan. 2022.

HOLICK, MF. High prevalence of vitamin D inadequacy and implications for health. **Mayo Clinic proceedings**, [s. l.], v. 81, n. 3, p. 353–373, 2006. Disponível em: <https://doi.org/10.4065/81.3.353>. Acesso em: 24 ago. 2021.

HOLICK, M. F. Sunlight and vitamin D for bone health and prevention of autoimmune diseases, cancers, and cardiovascular disease. **The American Journal of Clinical Nutrition**, [s. l.], v. 80, n. 6, p. 1678S–1688S, 2004. Disponível em: <https://doi.org/10.1093/AJCN/80.6.1678S>. Acesso em: 31 ago. 2021.

HOLICK, M. F. The vitamin D deficiency pandemic: Approaches for diagnosis, treatment and prevention. **Reviews in Endocrine and Metabolic Disorders** 2017 **18:2**, [s. l.], v. 18, n. 2, p. 153–165, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/S11154-017-9424-1>. Acesso em: 11 ago. 2021.

HOLICK, Michael F. Vitamin D Deficiency. **New England Journal of Medicine**, [s. l.], v. 357, n. 3, p. 266–281, 2007. Disponível em: <https://doi.org/10.1056/NEJMra070553>. Acesso em: 30 maio 2021.

HOLICK, Michael F. VITAMIN D IN HEALTH AND DISEASE: Vitamin D for Health and in Chronic Kidney Disease. **Seminars in Dialysis**, [s. l.], v. 18, n. 4, p. 266–275, 2005. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/j.1525-139X.2005.18402.x>. Acesso em: 30 maio 2021.

HOLICK, Michael F *et al.* **Evaluation, treatment, and prevention of vitamin D deficiency: An endocrine society clinical practice guideline**. [S. l.: s. n.], 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1210/jc.2011-0385>

HOSSEIN-NEZHAD, Arash; HOLICK, Michael F. Vitamin D for Health: A Global Perspective. **Mayo Clinic proceedings. Mayo Clinic**, [s. l.], v. 88, n. 7, p. 720, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/J.MAYOCP.2013.05.011>. Acesso em: 8 ago.

2021.

HWANG, In Cheol; AHN, Hong Yup; CHOI, Soo Jung. Association between handgrip strength and mental health in Korean adolescents. **Family practice**, [s. l.], v. 38, n. 6, p. 826–829, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1093/fampra/cmab041>. Acesso em: 6 ago. 2022.

IBGE. **Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua - PNAD Contínua**. [S. l.], 2019. Disponível em:

https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv101707_informativo.pdf. Acesso em: 4 ago. 2022.

JACOBS, Eric J. *et al.* Waist circumference and all-cause mortality in a large US cohort. **Archives of internal medicine**, [s. l.], v. 170, n. 15, p. 1293–1301, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1001/ARCHINTERNMED.2010.201>. Acesso em: 21 abr. 2022.

JORDE, Rolf *et al.* Vitamin D supplementation has no effect on cognitive performance after four months in mid-aged and older subjects. **Journal of the Neurological Sciences**, [s. l.], v. 396, p. 165–171, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jns.2018.11.020>. Acesso em: 18 ago. 2021.

KIELY, M.E.; WAGNER, C.L.; ROTH, D.E. Vitamin D in pregnancy: Where we are and where we should go. **The Journal of Steroid Biochemistry and Molecular Biology**, [s. l.], v. 201, p. 105669, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jsbmb.2020.105669>. Acesso em: 10 jan. 2022.

KIM, Beom Jun *et al.* Lack of Association Between Vitamin D and Hand Grip Strength in Asians: A Nationwide Population-Based Study. **Calcified Tissue International**, [s. l.], v. 104, n. 2, p. 152–159, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/S00223-018-0480-7/TABLES/3>. Acesso em: 10 jan. 2022.

KIPHARD, E. J. [early active health education as an urgent teaching task for parents, kindergarten and primary school (author's transl)]. **Offentl Gesundheitswes**, [s. l.], v. 37, n. 4, p. 224–230, 1975.

KNOSS, Robert; HALSEY, Lewis G.; REEVES, Sue. Ethnic Dress, Vitamin D Intake, and Calcaneal Bone Health in Young Women in the United Kingdom. **Journal of Clinical Densitometry**, [s. l.], v. 15, n. 2, p. 250–254, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jocd.2011.09.005>. Acesso em: 30 maio 2021.

KOUNDOURAKIS, NE *et al.* Muscular effects of vitamin D in young athletes and non-athletes and in the elderly. **Hormones (Athens, Greece)**, [s. l.], v. 15, n. 4, p. 471–488, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.14310/HORM.2002.1705>. Acesso em: 23 ago. 2021.

KŚIAŻEK, Anna; ZAGRODŃA, Aleksandra; SŁOWIŃSKA-LISOWSKA, Małgorzata. Vitamin D, Skeletal Muscle Function and Athletic Performance in Athletes—A Narrative Review. **Nutrients**, [s. l.], v. 11, n. 8, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/NU11081800>. Acesso em: 23 ago. 2021.

LANGUB, M. C. *et al.* Evidence of functional vitamin D receptors in rat hippocampus. **Neuroscience**, [s. l.], v. 104, n. 1, p. 49–56, 2001. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/S0306-4522\(01\)00049-5](https://doi.org/10.1016/S0306-4522(01)00049-5)

LEÃO, Lenora M. Camarate S.M. *et al.* Vitamin D status and prevalence of hypovitaminosis D in different genders throughout life stages: A Brazilian cross-sectional study. **Clinics**, [s. l.], v. 76, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.6061/CLINICS/2021/E2571>. Acesso em: 12 ago. 2022.

LEE, Eun Young; YOON, Kun-Ho. Epidemic obesity in children and adolescents: risk factors and prevention. [s. l.], Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s11684-018-0640-1>. Acesso em: 6 ago. 2022.

LIPS, Paul; DE JONGH, Renate T.; VAN SCHOOR, Natasja M. Trends in Vitamin D Status Around the World. **JBM plus**, [s. l.], v. 5, n. 12, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/JBM4.10585>. Acesso em: 12 ago. 2022.

LOHMAN, T.G.; GOING, S.B. Body composition assessment for development of an international growth standard for preadolescent and adolescent children. **Food and nutrition bulletin**, [s. l.], v. 27, n. 4 Suppl Growth Standard, 2006. Disponível em: <https://doi.org/10.1177/15648265060274S512>. Acesso em: 19 out. 2021.

LOURENÇO, Bárbara H. *et al.* Vitamin D sufficiency in young Brazilian children: associated factors and relationship with vitamin A corrected for inflammatory status. **Public Health Nutrition**, [s. l.], v. 23, n. 7, p. 1226–1235, 2020a. Disponível em: <https://doi.org/10.1017/S1368980019002283>. Acesso em: 10 jan. 2022.

MASCHKE, M *et al.* Hereditary cerebellar ataxia progressively impairs force adaptation during goal-directed arm movements. **Journal of neurophysiology**, [s. l.], v. 91, n. 1, p. 230–238, 2004. Disponível em: <https://doi.org/10.1152/JN.00557.2003>. Acesso em: 23 ago. 2021.

MAYNE, Phoebe E.; BURNE, Thomas H.J. Vitamin D in Synaptic Plasticity, Cognitive Function, and Neuropsychiatric Illness. **Trends in Neurosciences**, [s. l.], v. 42, n. 4, p. 293–306, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/J.TINS.2019.01.003>. Acesso em: 23 ago. 2021.

MCGRATH, Ryan *et al.* What are the association patterns between handgrip strength and adverse health conditions? A topical review. **SAGE Open Medicine**, [s. l.], v. 8, p. 205031212091035, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1177/2050312120910358>. Acesso em: 14 ago. 2022.

MENDLE, Jane; TURKHEIMER, Eric; EMERY, Robert E. Detrimental Psychological Outcomes Associated with Early Pubertal Timing in Adolescent Girls. **Developmental review : DR**, [s. l.], v. 27, n. 2, p. 151–171, 2007. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/J.DR.2006.11.001>. Acesso em: 6 ago. 2022.

MEREWOOD, Anne *et al.* Widespread vitamin D deficiency in urban Massachusetts newborns and their mothers. **Pediatrics**, [s. l.], v. 125, n. 4, p. 640–647, 2010.

Disponível em: <https://doi.org/10.1542/peds.2009-2158>

MILAGRES, Luana Cupertino *et al.* Vitamin D insufficiency/deficiency is associated with insulin resistance in Brazilian children, regardless of body fat distribution. **Public Health Nutrition**, [s. l.], v. 20, n. 16, p. 2878–2886, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1017/S136898001700194X>. Acesso em: 24 ago. 2021.

MOREIRA, João Paulo Abreu *et al.* Körperkoordinationstest Für Kinder (KTK) for Brazilian Children and Adolescents: Factor Analysis, Invariance and Factor Score. **Frontiers in psychology**, [s. l.], v. 10, 2019a. Disponível em: <https://doi.org/10.3389/FPSYG.2019.02524>. Acesso em: 6 ago. 2022.

MUIR, Susan W.; MONTERO-ODASSO, Manuel. Effect of vitamin D supplementation on muscle strength, gait and balance in older adults: a systematic review and meta-analysis. **Journal of the American Geriatrics Society**, [s. l.], v. 59, n. 12, p. 2291–2300, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/j.1532-5415.2011.03733.x>. Acesso em: 13 maio 2021.

MULLINS, Raymond James; CAMARGO, Carlos A. Latitude, Sunlight, Vitamin D, and Childhood Food Allergy/Anaphylaxis. **Current Allergy and Asthma Reports** **2011 12:1**, [s. l.], v. 12, n. 1, p. 64–71, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/S11882-011-0230-7>. Acesso em: 31 ago. 2021.

NAKAMICHI, Y *et al.* Mechanisms involved in bone resorption regulated by vitamin D. **The Journal of steroid biochemistry and molecular biology**, [s. l.], v. 177, p. 70–76, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/J.JSBMB.2017.11.005>. Acesso em: 31 ago. 2021.

NEAL, Sara *et al.* A review and clinical summary of vitamin D in regard to bone health and athletic performance. **The Physician and Sportsmedicine**, [s. l.], v. 43, n. 2, p. 161–168, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/00913847.2015.1020248>. Acesso em: 30 maio 2021.

NIMITPHONG, Hataikarn; PARK, Eunmi; LEE, Mi-Jeong. Vitamin D regulation of adipogenesis and adipose tissue functions. **Nutrition Research and Practice**, [s. l.], v. 14, n. 6, p. 553, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.4162/NRP.2020.14.6.553>. Acesso em: 22 ago. 2021.

NORMAN, Anthony W. From vitamin D to hormone D: fundamentals of the vitamin D endocrine system essential for good health. **The American Journal of Clinical Nutrition**, [s. l.], v. 88, n. 2, p. 491S-499S, 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.1093/AJCN/88.2.491S>. Acesso em: 8 ago. 2021.

NORMAN, Kristina *et al.* **Hand grip strength: Outcome predictor and marker of nutritional status**. [S. l.]: Clin Nutr, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.clnu.2010.09.010>. Acesso em: 30 maio 2021.

NUNES, M.L.; COSTA, J.C.; SOUZA, A.G. **Entendendo o funcionamento do cérebro ao longo da vida**. [S. l.: s. n.], 2021.

O'BRIEN-SMITH, J. *et al.* The use of the Körperkoordinationstest für Kinder in the

talent pathway in youth athletes: A systematic review. **Journal of science and medicine in sport**, [s. l.], v. 22, n. 9, p. 1021–1029, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/J.JSAMS.2019.05.014>. Acesso em: 6 ago. 2022.

OWUSU, Jeanette E *et al.* Cognition and Vitamin D in Older African-American Women- Physical performance and Osteoporosis prevention with vitamin D in older African Americans Trial and Dementia. **Journal of the American Geriatrics Society**, United States, v. 67, n. 1, p. 81–86, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/jgs.15607>

PAES-SILVA, Rebecca Peixoto *et al.* Prevalence and factors associated with fat-soluble vitamin deficiency in adolescents. **Nutricion Hospitalaria**, [s. l.], v. 35, n. 5, p. 1153–1162, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.20960/NH.1785>

PAGANONI, Sabrina *et al.* Vitamin D levels are associated with gross motor function in amyotrophic lateral sclerosis. **Muscle & Nerve**, [s. l.], v. 56, n. 4, p. 726–731, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/MUS.25555>. Acesso em: 23 ago. 2021.

PALACIOS, Cristina; GONZALEZ, Lilliana. Is vitamin D deficiency a major global public health problem? **The Journal of Steroid Biochemistry and Molecular Biology**, [s. l.], v. 144, n. PART A, p. 138–145, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jsbmb.2013.11.003>. Acesso em: 30 maio 2021.

PETERS, Barbara Santarosa Emo *et al.* Prevalence of Vitamin D Insufficiency in Brazilian Adolescents. **Annals of Nutrition and Metabolism**, [s. l.], v. 54, n. 1, p. 15–21, 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.1159/000199454>. Acesso em: 11 ago. 2021.

PETTERSEN, Jacqueline A. Does high dose vitamin D supplementation enhance cognition?: A randomized trial in healthy adults. **Experimental Gerontology**, England, v. 90, p. 90–97, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.exger.2017.01.019>

PINHEIRO, M. M. *et al.* Clinical risk factors for osteoporotic fractures in Brazilian women and men: the Brazilian Osteoporosis Study (BRAZOS). **Osteoporosis International** 2008 20:3, [s. l.], v. 20, n. 3, p. 399–408, 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/S00198-008-0680-5>. Acesso em: 12 ago. 2021.

PISCHON, T. *et al.* General and abdominal adiposity and risk of death in Europe. **The New England journal of medicine**, [s. l.], v. 359, n. 20, p. 2105–2120, 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.1056/NEJMOA0801891>. Acesso em: 21 abr. 2022.

PLEASURE, D *et al.* Skeletal muscle calcium metabolism and contractile force in vitamin D-deficient chicks. **The Journal of clinical investigation**, [s. l.], v. 64, n. 5, p. 1157–1167, 1979. Disponível em: <https://doi.org/10.1172/JCI109569>. Acesso em: 22 ago. 2021.

PRUSZKOWSKA-PRZYBYLSKA, Paulina *et al.* Associations between second to fourth digit ratio, cortisol, vitamin D, and body composition among Polish children. **Scientific Reports**, [s. l.], v. 11, n. 1, p. 7029, 2021. Disponível em:

<https://doi.org/10.1038/s41598-021-86521-7>. Acesso em: 6 ago. 2022.

QUEIROZ, Natércia Neves Marques de *et al.* Vitamin D and PTH: data from a cross-sectional study in an equatorial population. **Endocrine Connections**, [s. l.], v. 9, n. 7, p. 667, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1530/EC-20-0206>. Acesso em: 24 ago. 2021.

REYMAN, M *et al.* Vitamin D deficiency in childhood obesity is associated with high levels of circulating inflammatory mediators, and low insulin sensitivity. **International journal of obesity (2005)**, [s. l.], v. 38, n. 1, p. 46–52, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/IJO.2013.75>. Acesso em: 22 ago. 2021.

RIBEIRO, Helena *et al.* Does Vitamin D play a role in the management of Covid-19 in Brazil? **Revista de Saúde Pública**, [s. l.], v. 54, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.11606/S1518-8787.2020054002545>. Acesso em: 24 ago. 2021.

RODRÍGUEZ-RODRÍGUEZ, Elena *et al.* Vitamin D in Overweight/Obese Women and Its Relationship With Dietetic and Anthropometric Variables. **Obesity**, [s. l.], v. 17, n. 4, p. 778–782, 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/OBY.2008.649>. Acesso em: 21 abr. 2022.

ROSENSTREICH, SJ; RICH, C; VOLWILER, W. Deposition in and release of vitamin D3 from body fat: evidence for a storage site in the rat. **The Journal of clinical investigation**, [s. l.], v. 50, n. 3, p. 679–687, 1971. Disponível em: <https://doi.org/10.1172/JCI106538>. Acesso em: 22 ago. 2021.

ROSS, Robert *et al.* Waist circumference as a vital sign in clinical practice: a Consensus Statement from the IAS and ICCR Working Group on Visceral Obesity. **Nature Reviews. Endocrinology**, [s. l.], v. 16, n. 3, p. 177, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/S41574-019-0310-7>. Acesso em: 21 abr. 2022.

ROSSOM, Rebecca C *et al.* Calcium and Vitamin D Supplementation and Cognitive Impairment in the Women's Health Initiative. **Journal of the American Geriatrics Society**, [s. l.], v. 60, n. 12, p. 2197–2205, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/jgs.12032>

ROTH, Daniel E *et al.* Global prevalence and disease burden of vitamin D deficiency: a roadmap for action in low- and middle-income countries. **Annals of the New York Academy of Sciences**, [s. l.], v. 1430, n. 1, p. 44–79, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/nyas.13968>

SAGGESE, Giuseppe *et al.* Vitamin D in childhood and adolescence: an expert position statement. **European Journal of Pediatrics** 2015 174:5, [s. l.], v. 174, n. 5, p. 565–576, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/S00431-015-2524-6>. Acesso em: 4 set. 2021.

SAHIN ALAK, Zehra Yagmur *et al.* Long-term effects of vitamin D deficiency on gait and balance in the older adults. **Clinical Nutrition**, [s. l.], v. 39, n. 12, p. 3756–3762, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.clnu.2020.04.003>. Acesso em: 6 ago. 2022.

SANTOS, Betânia Rodrigues *et al.* Prevalence of vitamin D deficiency in women from southern Brazil and association with vitamin D-binding protein levels and GC-DBP gene polymorphisms. **PLoS ONE**, [s. l.], v. 14, n. 12, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1371/JOURNAL.PONE.0226215>. Acesso em: 24 ago. 2021.

SARAIVA, Bruna Thamyres Ciccotti *et al.* Association between handgrip strength and bone mineral density of Brazilian children and adolescents stratified by sex: a cross-sectional study. **BMC Pediatrics**, [s. l.], v. 21, n. 1, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1186/S12887-021-02669-1>. Acesso em: 22 mar. 2022.

SCHIETZEL, Simeon *et al.* Effect of 2000 IU compared with 800 IU vitamin D on cognitive performance among adults age 60 years and older: a randomized controlled trial. **The American Journal of Clinical Nutrition**, [s. l.], v. 110, n. 1, p. 246–253, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1093/AJCN/NQZ081>. Acesso em: 15 set. 2021.

SERDAREVIC, Fadila *et al.* Polygenic Risk Scores for Developmental Disorders, Neuromotor Functioning During Infancy, and Autistic Traits in Childhood. **Biological psychiatry**, [s. l.], v. 87, n. 2, p. 132–138, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/J.BIOPSYCH.2019.06.006>. Acesso em: 4 dez. 2021.

SIMPSON, Robert U; THOMAS, Gregory A; ARNOLD, Alison J. THE JOURNAL OF BIOLOGICAL CHEMISTRY Identification of 1,25-Dihydroxyvitamin D3 Receptors and Activities in Muscle". [s. l.], v. 260, n. 15, p. 8882–8891, 1985. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/S0021-9258\(17\)39433-4](https://doi.org/10.1016/S0021-9258(17)39433-4)

SNIJDER, Marieke B. *et al.* Associations of hip and thigh circumferences independent of waist circumference with the incidence of type 2 diabetes: the Hoorn Study. **The American journal of clinical nutrition**, [s. l.], v. 77, n. 5, p. 1192–1197, 2003. Disponível em: <https://doi.org/10.1093/AJCN/77.5.1192>. Acesso em: 21 abr. 2022.

SØRENSEN, Kaspar *et al.* Recent secular trends in pubertal timing: implications for evaluation and diagnosis of precocious puberty. **Hormone research in paediatrics**, [s. l.], v. 77, n. 3, p. 137–145, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1159/000336325>. Acesso em: 6 ago. 2022.

TANNER, James M. Growth and Maturation during Adolescence. **Nutrition Reviews**, [s. l.], v. 39, n. 2, p. 43–55, 1981. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/J.1753-4887.1981.TB06734.X>. Acesso em: 22 mar. 2022.

TODD, Joshua J. *et al.* Vitamin D: Recent Advances and Implications for Athletes. **Sports Medicine**, [s. l.], v. 45, n. 2, p. 213–229, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s40279-014-0266-7>. Acesso em: 30 maio 2021.

VANDORPE, B *et al.* The KorperkoordinationsTest fur Kinder: reference values and suitability for 6-12-year-old children in Flanders. **Scand J Med Sci Sports**, [s. l.], v. 21, n. 3, p. 378–388, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2009.01067.x>

VOORTMAN, Trudy *et al.* Vitamin D Deficiency in School-Age Children Is Associated with Sociodemographic and Lifestyle Factors. **The Journal of Nutrition**, [s. l.], v. 145, n. 4, p. 791–798, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.3945/JN.114.208280>. Acesso em: 10 jan. 2022.

WANG, Yongji; ZHU, Jinge; DELUCA, Hector F. Where is the vitamin D receptor? **Archives of Biochemistry and Biophysics**, [s. l.], v. 523, n. 1, p. 123–133, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/J.ABB.2012.04.001>

WOJCIK, Malgorzata *et al.* The potential impact of the hypovitaminosis d on metabolic complications in obese adolescents – Preliminary results. **Annals of Agricultural and Environmental Medicine**, [s. l.], v. 24, n. 4, p. 636–639, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.5604/12321966.1230676>. Acesso em: 22 ago. 2021.

WORTSMAN, Jacobo *et al.* Decreased bioavailability of vitamin D in obesity. **The American Journal of Clinical Nutrition**, [s. l.], v. 72, n. 3, p. 690–693, 2000. Disponível em: <https://doi.org/10.1093/AJCN/72.3.690>. Acesso em: 22 ago. 2021.

YOSHIKAWA, S *et al.* Osteomalacic myopathy. **Endocrinologia japonica**, [s. l.], v. 26, n. Suppl, p. 65–72, 1979. Disponível em: https://doi.org/10.1507/ENDOCRJ1954.26.SUPPLEMENT_65. Acesso em: 22 ago. 2021.

ZAJAC, Ian T. *et al.* The Effects of Vitamin D-Enriched Mushrooms and Vitamin D3 on Cognitive Performance and Mood in Healthy Elderly Adults: A Randomised, Double-Blinded, Placebo-Controlled Trial. **Nutrients**, [s. l.], v. 12, n. 12, p. 3847, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/nu12123847>. Acesso em: 15 set. 2021.

ZHU, Z *et al.* High prevalence of vitamin D deficiency among children aged 1 month to 16 years in Hangzhou, China. **BMC public health**, [s. l.], v. 12, n. 1, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1186/1471-2458-12-126>. Acesso em: 11 ago. 2021.

APÊNDICE A – ARTIGO 1

Artigo de revisão sistemática publicado. Revista Clinics (2.898 IF).



REVIEW ARTICLE

The role of serum levels of vitamin D in children's muscle strength: A systematic review

Ana B.J. da Silva ^{id},^{I,*} Taciane S. do Carmo ^{id},^{II} Ana P.S. Souza ^{id},^{I,II} Mariluce R.M. Silva ^{id},^{I,II} Matheus S.S. Fernandes ^{id},^I Viviane O.N. Souza ^{id},^{III} Waleska M.A. Barros ^{id},^{I,II}

^IPrograma de Pós-graduação em Neuropsiquiatria e Ciências do Comportamento, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, PE, BR. ^{II}Centro Universitário Facol / Centro Integrado de Tecnologias em Neurociência (CITENC), Vitória de Santo Antão, PE, BR. ^{III}Universidade Federal de Pernambuco, Centro Acadêmico Vitória, Vitória de Santo Antão, PE, BR.

Silva ABJ, Carmo TS, Souza APS, Silva MRM, Fernandes MSS, Souza VON, et al. The role of serum levels of vitamin D in children's muscle strength: A systematic review. Clinics (Sao Paulo). 2021;76:e3200

*Corresponding author. E-mail: anabeatrizpersonal@outlook.com

This review aims to investigate the different levels of vitamin D and its role in muscle strength in healthy children and non-athletes. A search conducted in three databases (PubMed, Scopus, and Psycinfo) resulted in 655 articles, which were systematically analyzed and selected based on the following criteria: (a) original cross-sectional studies and clinical trials; (b) healthy children aged 5–11 years; (c) no language restriction or year of publication; and (d) studies that assessed the possible relationship between vitamin D levels and muscle strength. Six studies were included because they met all the inclusion criteria. According to the findings of this review, factors such as sex, skin color, and vitamin D supplementation early in life modulate the levels of vitamin D in the body, and there is a relationship between muscle strength and vitamin D levels. Interestingly, vitamin D supplementation is not always significantly associated with increased muscle grip strength. However, there is a scarcity of studies that aim to analyze the possible effects of different levels of vitamin D on muscle function and neuromuscular variables in physically inactive children and non-athletes without previously diagnosed disease. Further studies are warranted in the future to address the gap in the literature.

KEYWORDS: Vitamin D; Muscle Strength; Child; Hand Strength.

INTRODUCTION

Serum levels of vitamin D may suffer variability due to genetic and environmental factors related to general metabolism, resulting in changes in its integumentary synthesis and bioavailability (1,2). In addition, maintaining physiological levels of vitamin D is essential for bone quality and vitamin D deficit can reduce intestinal calcium absorption, decrease bone mineralization levels, and induce osteomalacia (3–5). The effects of vitamin D in the human body have been increasingly studied, including its role in regulating gene expression in the small intestine, immune system, and epidermal, cardiovascular, and neuromuscular tissues, among others (1,6,7). In this sense, vitamin D receptors (VDRs) have been found in peripheral tissues as well as in skeletal muscle (8), prompting the exploration of possible associations of vitamin D levels with muscle function.

Vitamin D can increase the capacity to produce strength through the readiness of type II muscle fibers (9) and favor the stimulation of protein synthesis in regions containing these fibers (10). These processes are activated by metabolites produced in the muscle tissue, including calcitriol (1,25(OH)₂D) (11), the biologically active form of vitamin D. Calcitriol modulates muscle contractility through the generation of second messengers (12) and intra- and extracellular regulation of calcium ions, the latter of which is capable of stimulating the secretion of parathyroid hormone (13). Thus, vitamin D is critical in muscle function, suggesting it may influence muscle strength and muscle contraction rate.

Palacios and Gonzales (14) reported that globally, low levels of vitamin D are a problem affecting all age groups, particularly, vitamin D insufficiency affects babies, children, and adolescents in countries in South America and Africa. In addition, the effects of different levels of vitamin D and supplementation on bone health (15), athletic performance, various pathological conditions in children (16,17), including acute respiratory tract infections (18), the risk of sleep disorders (19), and the association with oxidative stress and inflammation (20) were investigated. There have been relatively few studies of the possible effects of different levels of vitamin D on muscle function and neuromuscular variables in physically inactive children and non-athletes without previously diagnosed disease. The objective of this review was to investigate the effects of different levels of

Copyright © 2021 CLINICS – This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons License (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>) which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium or format, provided the original work is properly cited.

No potential conflict of interest was reported.

Received for publication on May 30, 2021. Accepted for publication on July 19, 2021

DOI: 10.6061/clinics/2021/e3200



vitamin D and role of vitamin D in muscle strength in healthy children and non-athletes.

MATERIALS AND METHODS

This systematic review adopted the criteria recommended by the Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA) method (Figure 1), which was registered on 01/01/2021 in the International Prospective Register of Systematic database Reviews (PROSPERO) with registration number CRD42021223896.

Search strategy

The following databases were used to perform our searches: PubMed (MEDLINE), Scopus, and Psycinfo with the following combination of terms contained in the Medical Subject Headings: "Vitamin D" AND "Muscle Strength" OR "Strength, Muscle" and "Child".

Selection of studies and inclusion / exclusion criteria

Two independent researchers (ABJ and TS) read the study titles and abstracts and, if necessary, read the entire text. In case of disagreement, a third researcher was consulted to establish a consensus. The following inclusion criteria were established: (a) original cross-sectional studies and clinical trials; (b) healthy children aged 5–11 years; (c) no language restriction or year of publication; and (d) studies that assessed the possible relationship between vitamin D levels and muscle strength. Studies that included child athletes, carriers of some diseases, or children receiving maintenance drug therapy were excluded. In addition, the Population Intervention Comparator Outcome strategy was used to select studies with greater specificity.

Data extraction

ABJ and TS independently reviewed the selected articles to extract relevant data for the preparation of this review. Conflicts of opinion between the authors were mitigated by a third reviewer. It is important to note that searches performed using electronic databases were performed without the aid of any software.

Risk of bias

The Joanna Briggs Institute (JBI) tool (21) was used to assess the quality of the included studies. Each study was categorized according to the percentage of positive responses to the JBI questions. As a complementary analysis of the risk of bias, Review Manager (RevMan), Version 5.3.0 was used to detect intervening factors from the seven judgment criteria provided by the software: (I) random sequence generation, (II) allocation concealment, (III) blinding of participants and personnel, (IV) blinding of outcome assessment, (V) incomplete outcome data, (VI) selective reporting, and (VII) other bias. Thus, the present review presents a low risk of bias, as shown in Figures 2 and 3.

RESULTS

A total of 655 titles and 88 abstracts were analyzed. Eighty-two articles were excluded because they did not meet the eligibility criteria or because they were duplicates. A total of 262 studies were excluded because they included unhealthy individuals, which constituted the main cause of exclusion. Four cross-sectional studies and two clinical trials were included. The flowchart for the selection and inclusion of articles is shown in Figure 1 (PRISMA).

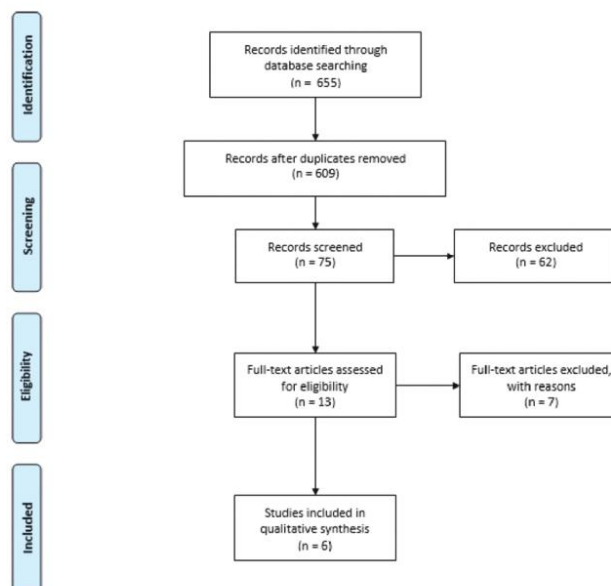


Figure 1 - Flowchart of bibliographic research and selection of studies for this systematic review according to PRISMA.



Characteristics of the studies

The study participants included in this review were located in different geographic locations, including North America, Europe, and Asia. The age range was 5–11 years. Three studies were identified with insufficient classification of vitamin D levels (22–24), and two studies (25,26) included subjects with deficient vitamin D levels as defined by the International Life Science Institute of Brazil (27). The characteristics of the included studies are listed in Table 1.

■ MAIN OUTCOME

It is important to note that vitamin D3 undergoes enzymatic conversion in the liver by vitamin D-25-hydroxylase to produce 25-hydroxyvitamin D (25OHD). 25OHD is the main circulating form of vitamin D in the body.

Possible relationships between handgrip strength (HGS) and vitamin D levels were analyzed in all studies, as shown in Table 2. In one study (28), serum vitamin D levels were not evaluated, although variants of the VDR gene were analyzed in relation to HGS. Wright et al. (22) presented data that took into account the subjects' race and sex. In this study, white girls had higher levels of circulating 25OHD (80.5 ± 6.1 nmol/L) than black girls (58.9 ± 18.2 nmol/L) and white and black boys (79.8 ± 3.0 nmol/L and 62.0 ± 15.2 nmol/L, respectively). In relation to HGS, white girls showed less capacity to produce strength ($148.08 \text{ N} \pm 77.47 \text{ N}$) compared with black girls ($202.02 \pm 85.31 \text{ N}$) and black and white boys ($223.59 \pm 70.60 \text{ N}$ and $159.85 \pm 83.35 \text{ N}$). However, following vitamin D3 supplementation for 12 weeks, there were significant changes in HGS ($1.8\% \pm 123.2\%$) and 25OHD levels ($34.9\% \pm 55.9\%$); however, the HGS was not related to changes in 25OHD levels after vitamin D supplementation.

Filteau et al. (25) analyzed the possible association of HGS with supplementation of 25OHD during the first 6 months of life in children aged 5 years. They found that 43% of the children assessed had insufficient serum levels of 25OHD, and 40% had borderline serum levels of 25OHD. The average serum 25OHD level was 32.7 ± 23.0 nmol/L. Children in this study had an average HGS of $24.41 \pm 9.12 \text{ N}$. The authors concluded that there was a weak association between the levels of 25OHD and HGS ($25\text{OHD} [\log \text{ ng/mL}] = 0.005 [-0.23 \text{ to } 0.24]$, $p = 0.96$).

Trilok-Kumar et al. (26) studied the long-term effects of vitamin D supplementation using participants who were supplemented with vitamin D at 6 months of age in a previous study (29). They demonstrated that there were no significant differences between the supplementation and placebo groups in the children's performance in motor tests or HGS assessment. The HGS was $24.71 \pm 8.72 \text{ N}$ for the group that received vitamin D supplementation and $24.02 \pm 9.51 \text{ N}$ for the placebo group.

To determine whether muscle strength is associated with the plasma levels of 25OHD, Mortensen et al. (23) analyzed 130 Danish white children who received vitamin D3

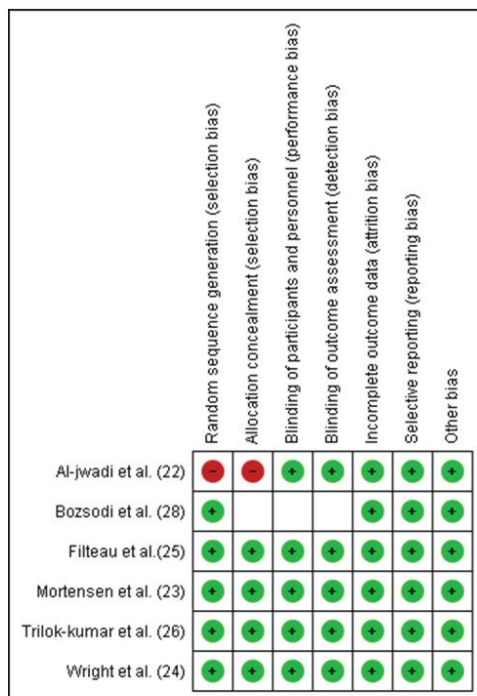


Figure 2 - Risk of bias summary: review authors' judgements about each risk of bias item for each included study.

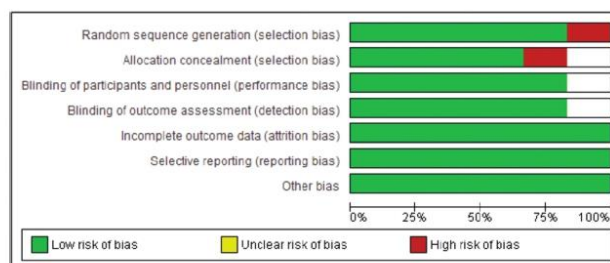


Figure 3 - Risk of bias graph: review authors' judgements about each risk of bias item presented as percentages across all included studies.

**Table 1** - Descriptions of the studies included in this systematic review: author and year, country, type of study, number of participants, sample size and age of participants, and sex.

Author, year	Country	Type of study	Number of participants	Sample size, n/age, years	Sex	
					Female	Male
Wright et al. (22)	United States of America	Clinical trial	324	323/11.3 ± 1.2	162	162
Bozsodi et al. (28)	Hungary	Cross-sectional study	706	706/9.8 ± 1.2	346	360
Filteau et al. (25)	India	Cross-sectional study	912	902/5.0 ± 1.0	478	434
Mortensen et al. (23)	Denmark	Clinical trial	130	130/6.6 ± 1.5	69	61
Trilok-Kumar et al. (26)	India	Cross-sectional study	912	912/5.0 ± 1.0	475	437
Al-Jwadi et al. (24)	Denmark	Observational study	881	881/5.0 ± 0.06	432	449

supplementation for 20 weeks. During this intervention, doses of 0, 10, or 20 µg/day were supplemented, giving rise to three different groups. Associations between muscle strength and the plasma levels of 25OHD were found through analyses stratified by sex before supplementation. A positive association between 25OHD and muscle strength (HGS) was observed in female children ($p=0.005$). After supplementation, all children had vitamin D levels ≥ 50 nmol/L and muscle strength did not differ between groups. Before supplementation, the HGS was 92.18 ± 4.9 N (placebo group), 107.87 ± 5.88 N (10 µg/day) and 106.89 ± 4.90 N (20 µg/day). After supplementation, the HGS was 98.06 ± 5.88 N (placebo group), 112.78 ± 5.88 N (10 µg/day) and 109.83 ± 4.90 N (20 µg/day). In this study, there was no difference between the sexes in terms of muscle strength.

Al-jwadi et al. (24) found that serum 25OHD values were positively associated with HGS in both sexes ($\beta=0.008$, 95% confidence interval [CI]: 0.002, 0.014, $p=0.013$). However, in girls, there was a significant association ($\beta=0.009$, 95% CI: 0.001, 0.018; $p=0.031$), demonstrating an increase in serum 25OHD of 25 nmol/L resulted in an increase in HGS of 2.25 N. It is worth mentioning that the mean HGS value for these children was 82.76 ± 16.96 N.

Bozsodi et al. (28) determined the effect of VDR genotype on HGS and identified six VDR single nucleotide polymorphisms (SNPs): rs4516035 (A1012G), rs2228570 (FokI), rs3782905 (Ddel), rs1544410 (BsmI), rs731236 (TaqI), and rs10783215. A significant association was observed between three SNPs (A1012G, BsmI, and TaqI) and HGS; the combination of "TT" alleles of the A1012G gene was related to higher levels of HGS, while the "CC" genotype was related to lower HGS levels. An increase in HGS of the dominant hand was related to the BsmI genotype "AA" ($p=0.010$) and TaqI genotype "CC" ($p=0.038$). In addition, three VDR haplotypes were significantly associated with HGS in the dominant and non-dominant hands ($p<0.005$ and $p<0.01$, respectively).

DISCUSSION

This review investigated scientific literature concerning the relationship between serum vitamin D levels and muscle strength in healthy children. In general, the studies included in this review observed a relationship between muscle strength, measured through HGS, and the serum levels of 25OHD. Variables such as sex, age, and ethnicity can be intervening factors in this relationship. Furthermore, it was found that vitamin D supplementation was not always significantly associated with an increase in HGS, suggesting the need for further studies to consolidate results on this association.

It is important to note that none of the studies included in this review (selected according to our inclusion criteria) were executed in countries with a low Human Development Index nor in countries with a tropical climate. Both are important sociogeographic factors that directly influence an individual's serum vitamin D levels, environmentally and with regard to vitamin D synthesis (30).

HGS was used as a predictor of motor performance in healthy children in all studies included in this review. HGS is favorable among muscle function tests because it is simple, non-invasive (31), and inexpensive. During growth and development, changes in skeletal muscle structure and strength are accompanied by simultaneous changes in bone tissue (32), establishing a close relationship between these tissues. Studies excluded from this review have identified an association between vitamin D levels and HGS in children (33–35) and observed a positive relationship between these variables. Wakayo et al. (35) conducted a study of 174 Ethiopian schoolchildren from urban and rural regions in 2013 to verify the association of vitamin D and HGS. They reported a mean serum 25OHD level of 54.5 ± 15.8 nmol/L and mean HGF of 172.6 ± 67.66 N, indicating a positive correlation between the serum level of vitamin D and HGS, although this correlation was not statistically significant ($r=0.087$; $p=0.256$).

A systematic review conducted in 2019 (1) reported factors that may influence the vitamin D levels in the human body. One influential factor is the synthesis that occurs in the skin that is influenced by the use of sunscreen and skin pigmentation. The latter reduces the production of vitamin D by up to 99%. The synthesis of vitamin D and, consequently, serum vitamin D levels are strongly influenced by the amount of melanin present in the assessed individual. Melanin has two chemical forms: eumelanin and pheomelanin. Eumelanin is more efficient than pheomelanin in blocking ultraviolet (UV) photons, and lighter-skinned people are more sensitive to these rays (36). Humans can obtain vitamin D in two ways: diet and sun exposure. In the latter, UV-B radiation penetrates the skin and converts pre-vitamin D3 into vitamin D (2).

One of the studies included in this review (22) presented data that considered the subjects' skin color and gender. In this study, white girls had higher levels of circulating 25OHD (80.5 ± 6.1 nmol/L) than black girls (58.9 ± 18.2 nmol/L) and white and black boys (79.8 ± 3.0 nmol/L and 62.0 ± 15.2 nmol/L, respectively). However, in relation to HGS, white girls had less capacity to produce strength (148.08 ± 77.47 N) compared with black girls (202.02 ± 85.31 N) and black and white boys (223.59 ± 70.60 N and 159.85 ± 83.35 N, respectively). When vitamin D3 supplementation was administered for 12 weeks, there was a change in the production capacity of HGS ($1.8\% \pm 123.2\%$) and 25OHD levels ($34.9\% \pm 55.9\%$).



Table 2 - Descriptions of the studies included in the systematic review: author and year, measurement of vitamin D and muscle strength, vitamin D level results, vitamin D supplementation, and muscle strength status.

Author, year	Measurement		Vitamin D level results	Vitamin D supplementation	Muscle strength status
	Vitamin D	Muscle strength			
Wright et al. (22)	Blood samples after an overnight fast. Serum 25OHD was evaluated using a two-step radioimmunoassay.	Digital dynamometer.	Before intervention: 318 participants: 69.9 ± 18.5 nmol/L. After intervention of vitamin D of 12 weeks: $\Delta 22.37 \pm 32.99$ nmol/L.	Oral dose of vitamin D3 of 0, 400, 1000 or 4000 IU/day. Time: 12 weeks.	Handgrip strength before intervention in 288 participants: 176.52 ± 93.16 N. After 12-week intervention: $\Delta 7.25 \pm 25.49$ N. Handgrip strength in 706 participants: dominant hand strength 147.5 ± 42.1 N.
Bozsodi et al. (28)	For genotyping, saliva samples were analyzed using the Orange OG-500 kit.	-	Six candidates for single nucleotide polymorphisms were identified: A1012G, FokI, Ddel, BsmI, TaqI, and rs10783215.	Without intervention.	Handgrip strength in 830 participants: 24.41 ± 9.12 N.
Filteau et al. (25)	Radioimmunoassay duplicate using a Diasorin kit and an external standard (vitamin D external Quality Assessment Scheme, DEQAS).	Custom dynamometer.	902 participants: 32.7 ± 23.0 nmol/L.	Without intervention.	Mean peak strength for the placebo group before the intervention: 92.18 ± 4.9 N. After intervention: 98.06 ± 5.88 N. 10 µg/day before the intervention: 107.87 ± 5.88 N. After intervention: 112.78 ± 5.88 N. 20 µg/day before the intervention: 106.89 ± 4.90 N. After intervention: 109.83 ± 4.90 N.
Mortensen et al. (23)	A 25 mL venous sample of blood was collected after 2 to 4h of fasting. The 25OHD serum was analyzed by tandem mass spectrometry/liquid chromatography.	Manual dynamometer.	117 participants: 56.1 ± 12.8 nmol/L. Placebo group before the intervention: 35.6 ± 1.7 nmol/L. After intervention: 31.4 ± 1.2 nmol/L. The 10 µg/day group before the intervention: 56.9 ± 2.1 nmol/L. After intervention: 61.8 ± 1.7 nmol/L. The 20 µg/day group before the intervention: 58.6 ± 2.1 nmol/L. After intervention: 76.0 ± 1.8 nmol/L.	Vitamin D ₃ supplementation was performed for 20 weeks. Subjects were divided into three groups: Placebo: 40 subjects. 10 µg/day: 38 individuals. 20 µg/day: 39 individuals.	Early intervention group of vitamin D in 405 participants: 24.71 ± 8.72 N. Placebo group 425 participants: 24.02 ± 9.51 N. 881 participants: 82.76 ± 16.96 N.
Trilok-Kumar et al. (26)	Serum OHD duplicate in radioimmunoassay using a Diasorin kit. An external standard (DEQAS).	Custom design dynamometer.	436 participants who supplemented vitamin D early in life: 32.0 nmol/L. 461 participants in the placebo group: 33.6 nmol/L. 499 participants: 70.73 ± 24.48 nmol/L.	Without intervention.	
Al-Jwadi et al. (24)	25OHD serum levels were analyzed by liquid chromatography mass spectrometry.	Digital hand Dynamometer.		Without intervention.	

Caption: 25(OH)D: 25-hydroxyvitamin D.



However, HGS was not related to changes in 25OHD levels following intervention with supplementation.

Regarding the influence of sex, changes in HGS related to 25OHD levels were observed in children of both sexes. However, only female individuals showed a positive and significant association (24,31). In contrast, Carson et al. (37) performed linear regression analysis and observed that the standardized serum concentration of 25OHD was positively associated with muscle strength in boys aged 15 years regardless of pubertal status, physical activity, year, and energy-adjusted protein intake ($p < 0.001$). However, it is necessary to better explain the differences between the sexes to determine the possible relationship between HGS and vitamin D levels from this perspective.

According to our results, supplementation with vitamin D can increase serum 25OHD levels, although this change does not appear to be related to increases in HGS. Studies conducted in children with health impairments have reported the effects of vitamin D supplementation on muscle strength (38–40) and concluded that vitamin D supplementation, in combination with a training program, significantly increased muscle strength in children with severe burns. High doses of vitamin D can improve neuromuscular motor skills in HIV-positive children. In addition to improving physical performance, vitamin D supplementation also improved the quality of life of children with sickle cell disease.

Although there are discrepancies regarding the association between vitamin D and muscle strength, studies conducted in a population with some motor limitations or in individuals with deficient or insufficient 25OHD levels showed significant positive effects of vitamin D supplementation on neuromuscular abilities (34,38,41). In addition, studies in animal models (42–44) have shown an association between muscle strength and vitamin D levels in conditions of vitamin D deficiency and insufficient levels of vitamin D and/or associated or pre-existing disease.

Vitamin D deficits in childhood can result in physical and mental health problems in adulthood and old age. One of the many variables that influence serum levels of vitamin D is ethnicity. Some reviews point out that cultural effects may cause vitamin D deficiency, often severe, due to factors such as clothing, beliefs, eating habits, and even the levels of physical activity (45–47). The data gathered in this review illustrate the importance and possible modulation of vitamin D levels and its relationship to muscle strength in children. However, this review also reveals the need for further studies on vitamin D levels in non-athlete children without comorbidities and the consequences of vitamin D levels muscle function throughout their lives.

AUTHOR CONTRIBUTIONS

Silva ABJ and Carmo TS contributed to the research conception, data collection, interpretation of results, and critical review of the manuscript. Souza APS, Silva MRM, and Fernandes MSS contributed to data analysis and interpretation, manuscript drafting and critical review. Souza VON and Barros WMA contributed to the data collection and critical review of the manuscript.

REFERENCES

- Charoenngam N, Shirvani A, Holick MF. Vitamin D for skeletal and non-skeletal health: What we should know. *J Clin Orthop Trauma*. 2019; 10(6):1082-93. <https://doi.org/10.1016/j.jcot.2019.07.004>
- Holick MF. Vitamin D Deficiency. *N Engl J Med*. 2007;357(3):266-81. <https://doi.org/10.1056/NEJMra070553>
- Mellanby E. An experimental investigation on rickets. 1919. *Nutrition*. 1989;5(2):81-6; discussion 87.
- Shipley PG, Park EA, McCollum EV, Simmonds N, Parsons HT. STUDIES ON EXPERIMENTAL RICKETS. *J Biol Chem*. 1921;45(2):343-8. [https://doi.org/10.1016/S0021-9258\(18\)86205-6](https://doi.org/10.1016/S0021-9258(18)86205-6)
- Hill TR, Aspray TJ. The role of vitamin D in maintaining bone health in older people. *Ther Adv Musculoskelet Dis*. 2017;9(4):89-95. <https://doi.org/10.1177/1759720X17692502>
- Rosen CJ, Adams JS, Bikle DD, Black DM, Demay MB, Manson JE, et al. The nonskeletal effects of vitamin D: an Endocrine Society scientific statement. *Endocr Rev*. 2012;33(3):456-92. <https://doi.org/10.1210/er.2012-1000>
- Rosen CJ. Clinical practice. Vitamin D insufficiency. *N Engl J Med*. 2011;364(3):248-54. <https://doi.org/10.1056/NEJMc1009570>
- Ceglia L, Niramitmahapanya S, da Silva Morais M, Rivas DA, Harris SS, Bischoff-Ferrari H, et al. A randomized study on the effect of vitamin D₃ supplementation on skeletal muscle morphology and vitamin D receptor concentration in older women. *J Clin Endocrinol Metab*. 2013;98(12):E1927-35. <https://doi.org/10.1210/jc.2013-2820>
- Neal S, Sykes J, Rigby M, Hess B. A review and clinical summary of vitamin D in regard to bone health and athletic performance. *Phys Sportsmed*. 2015;43(2):161-8. <https://doi.org/10.1080/00913847.2015.1020248>
- Todd JJ, Pourshahidi LK, McSorley EM, Madigan SM, Magee PJ. Vitamin D: recent advances and implications for athletes. *Sports Med*. 2015;45(2):213-29. <https://doi.org/10.1007/s40279-014-0266-7>
- Owens DJ, Fraser WD, Close GL. Vitamin D and the athlete: emerging insights. *Eur J Sport Sci*. 2015;15(1):73-84. <https://doi.org/10.1080/17461391.2014.944223>
- Dzik KP, Kaczor JJ. Mechanisms of vitamin D on skeletal muscle function: oxidative stress, energy metabolism and anabolic state. *Eur J Appl Physiol*. 2019;119(4):825-39. <https://doi.org/10.1007/s00421-019-04104-x>
- Ksia ek A, Zagrodna A, Stowiska-Lisowska M. Vitamin D, Skeletal Muscle Function and Athletic Performance in Athletes—A Narrative Review. *Nutrients*. 2019;11(8):1800. <https://doi.org/10.3390/nu11081800>
- Palacios C, Gonzalez L. Is vitamin D deficiency a major global public health problem? *J Steroid Biochem Mol Biol*. 2014;144 Pt A:138-45. <https://doi.org/10.1016/j.jsbmb.2013.11.003>
- Bi WG, Nuyt AM, Weiler H, Leduc L, Santamaria C, Wei SQ. Association Between Vitamin D Supplementation During Pregnancy and Offspring Growth, Morbidity, and Mortality: A Systematic Review and Meta-analysis. *JAMA Pediatr*. 2018;172(7):635-45. <https://doi.org/10.1001/jama.pediatrics.2018.0302>
- Dahlquist DT, Dieter BP, Koehle MS. Plausible ergogenic effects of vitamin D on athletic performance and recovery. *J Int Soc Sports Nutr*. 2015;12:33. <https://doi.org/10.1186/s12970-015-0093-8>
- Jolliffe DA, Greenberg L, Hooper RL, Griffiths CJ, Camargo CA Jr, Kerley CP, et al. Vitamin D supplementation to prevent asthma exacerbations: a systematic review and meta-analysis of individual participant data. *Lancet Respir Med*. 2017;5(11):881-90. [https://doi.org/10.1016/S2213-2600\(17\)30306-5](https://doi.org/10.1016/S2213-2600(17)30306-5)
- Martineau AR, Jolliffe DA, Hooper RL, Greenberg L, Aloia JE, Bergman P, et al. Vitamin D supplementation to prevent acute respiratory tract infections: systematic review and meta-analysis of individual participant data. *BMJ*. 2017;356:i6583. <https://doi.org/10.1136/bmj.i6583>
- Gao Q, Kou T, Zhuang B, Ren Y, Dong X, Wang Q. The Association between Vitamin D Deficiency and Sleep Disorders: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Nutrients*. 2018;10(10):1395. <https://doi.org/10.3390/nu10101395>
- Figueiras MS, Rocha NP, Novaes JF, Bressan J. Vitamin D status, oxidative stress, and inflammation in children and adolescents: A systematic review. *Crit Rev Food Sci Nutr*. 2020;60(4):660-9. <https://doi.org/10.1080/10408398.2018.1546671>
- Methodology for JBI Umbrella Reviews. 2014 [cited May 30th, 2021]. Available from: www.joannabriggs.org
- Wright CS, Laing EM, Pollock NK, Hausman DB, Weaver CM, Martin BR, et al. Serum 25-Hydroxyvitamin D and Intact Parathyroid Hormone Influence Muscle Outcomes in Children and Adolescents. *J Bone Miner Res*. 2018;33(11):1940-7. <https://doi.org/10.1002/jbmr.3550>
- Mortensen C, Molgaard C, Hauger H, Kristensen M, Damsgaard CT. Winter vitamin D₃ supplementation does not increase muscle strength, but modulates the IGF-axis in young children. *Eur J Nutr*. 2019;58(3):1183-92. <https://doi.org/10.1007/s00394-018-1637-x>
- Al-Jwadi RF, Jespersen E, Dalgård C, Bilenberg N, Christesen HT. S-25OHD Is Associated With Hand Grip Strength and Myopathy at 5 Years in Girls: An Odense Child Cohort Study. *J Clin Endocrinol Metab*. 2018;103(7):2630-9. <https://doi.org/10.1210/jc.2018-00281>
- Filteau S, Rehman AM, Yousafzai A, Chugh R, Kaur M, Sachdev HP, et al. Associations of vitamin D status, bone health and anthropometry, with gross motor development and performance of school-aged Indian children who were born at term with low birth weight.



- BMJ Open. 2016;6(1):e009268. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2015-009268>
26. Trilok-Kumar G, Kaur M, Rehman AM, Arora H, Rajput MM, Chugh R, et al. Effects of vitamin D supplementation in infancy on growth, bone parameters, body composition and gross motor development at age 3–6 years: follow-up of a randomized controlled trial. *Int J Epidemiol*. 2015; 44(3):894-905. <https://doi.org/10.1093/ije/dyv116>
27. Giudici KV, Peters BS, Martini LA. FUNÇÕES Plenamente Reconhecidas de Nutrientes: Vitamina D. ILSI Brasil. São Paulo; 2014. p. V 2; 43 pag; fasc 02. Available from: <http://ilsibrasil.org/wp-content/uploads/sites/9/2018/10/Fasciculo-VITAMINA-D-final-ok-autora.pdf>
28. Bozsodi A, Boja S, Szilagyi A, Somhegyi A, Varga PP, Lazary A. Muscle strength is associated with vitamin D receptor gene variants. *J Orthop Res*. 2016;34(11):2031-7. <https://doi.org/10.1002/jor.23220>
29. Kumar GT, Sachdev HS, Chellani H, Rehman AM, Singh V, Arora H, et al. Effect of weekly vitamin D supplements on mortality, morbidity, and growth of low birthweight term infants in India up to age 6 months: randomised controlled trial. *BMJ*. 2011;342:d2975. <https://doi.org/10.1136/bmj.d2975>
30. Roth DE, Abrams SA, Aloia J, Bergeron G, Bourassa MW, Brown KH, et al. Global prevalence and disease burden of vitamin D deficiency: a roadmap for action in low- and middle-income countries. *Ann NY Acad Sci*. 2018;1430(1):44-79. <https://doi.org/10.1111/nyas.13968>
31. Norman K, Stobäus N, Gonzalez MC, Schulzke JD, Pirlich M. Hand grip strength: outcome predictor and marker of nutritional status. *Clin Nutr*. 2011;30(2):135-42. <https://doi.org/10.1016/j.clnu.2010.09.010>
32. Orso CE, Tibães JRB, Oliveira CLP, Rubin DA, Field CJ, Heymsfield SB, et al. Low muscle mass and strength in pediatric patients: Why should we care? *Clin Nutr*. 2019;38(5):2002-15. <https://doi.org/10.1016/j.clnu.2019.04.012>
33. Blakeley CE, Van Rompay MJ, Schultz NS, Sachdev JM. Relationship between muscle strength and dyslipidemia, serum 25(OH)D, and weight status among diverse schoolchildren: a cross-sectional analysis. *BMC Pediatr*. 2018;18(1):23. <https://doi.org/10.1186/s12887-018-0998-x>
34. Ebid AA, El-Shamy SM, Amer MA. Effect of vitamin D supplementation and isokinetic training on muscle strength, explosive strength, lean body mass and gait in severely burned children: A randomized controlled trial. *Burns*. 2017;43(2):357-65. <https://doi.org/10.1016/j.burns.2016.08.018>
35. Wakayo T, Belachew T, Whiting SJ. Serum Vitamin D Level Associates With Handgrip Muscle Strength Among Ethiopian Schoolchildren: A Cross-Sectional Study. *Food Nutr Bull*. 2018;39(1):54-64. <https://doi.org/10.1177/0379572117724545>
36. D'Orazio J, Jarrett S, Amaro-Ortiz A, Scott T. UV radiation and the skin. *Int J Mol Sci*. 2013;14(6):12222-48. <https://doi.org/10.3390/ijms140612222>
37. Carson EL, Pourshahidi LK, Hill TR, Cashman KD, Strain JJ, Boreham CA, et al. Vitamin D, Muscle Function, and Cardiorespiratory Fitness in Adolescents From the Young Hearts Study. *J Clin Endocrinol Metab*. 2015;100(12):4621-8. <https://doi.org/10.1210/jc.2015-2956>
38. Brown JC, Schall JJ, Rutstein RM, Leonard MB, Zemel BS, Stallings VA. The impact of vitamin D3 supplementation on muscle function among HIV-infected children and young adults: a randomized controlled trial. *J Musculoskelet Neuronal Interact*. 2015;15(2):145-53.
39. Penner J, Ferrand RA, Richards C, Ward KA, Burns JE, Gregson CL. The impact of vitamin D supplementation on musculoskeletal health outcomes in children, adolescents, and young adults living with HIV: A systematic review. *PLoS One*. 2018;13(11): e0207022. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0207022>
40. Dougherty KA, Schall JJ, Bertolaso C, Smith-Whitley K, Stallings VA. Vitamin D Supplementation Improves Health-Related Quality of Life and Physical Performance in Children with Sickle Cell Disease and in Healthy Children. *J Pediatr Health Care*. 2020;34(5):424-34. <https://doi.org/10.1016/j.pedhc.2020.04.007>
41. Holick MF. Vitamin D for health and in chronic kidney disease. *Semin Dial*. 2005;18(4):266-75. <https://doi.org/10.1111/j.1525-139X.2005.18402.x>
42. Oku Y, Tanabe R, Nakaoka K, Yamada A, Noda S, Hoshino A, et al. Influences of dietary vitamin D restriction on bone strength, body composition and muscle in rats fed a high-fat diet: Involvement of mRNA expression of MyoD in skeletal muscle. *J Nutr Biochem*. 2016;32:85-90. <https://doi.org/10.1016/j.jnutbio.2016.01.013>
43. Schubert L, DeLuca HE. Hypophosphatemia is responsible for skeletal muscle weakness of vitamin D deficiency. *Arch Biochem Biophys*. 2010;500(2):157-61. <https://doi.org/10.1016/j.abb.2010.05.029>
44. Cheung WW, Hao S, Wang Z, Ding W, Zheng R, Gonzalez A, et al. Vitamin D repletion ameliorates adipose tissue browning and muscle wasting in infantile nephropathic cystinosis-associated cachexia. *J Cachexia Sarcopenia Muscle*. 2020;11(1):120-34. <https://doi.org/10.1002/jcsm.12497>
45. Knoss R, Halsey LG, Reeves S. Ethnic dress, vitamin D intake, and calcaneal bone health in young women in the United Kingdom. *J Clin Densitom*. 2012;15(2):250-4. <https://doi.org/10.1016/j.jocd.2011.09.005>
46. Renzaho AM, Halliday JA, Nowson C. Vitamin D, obesity, and obesity-related chronic disease among ethnic minorities: a systematic review. *Nutrition*. 2011;27(9):868-79. <https://doi.org/10.1016/j.nut.2010.12.014>
47. Yousef S, Elliott J, Manuel D, Colman I, Papadimitropoulos M, Hossain A, et al. Study protocol: Worldwide comparison of vitamin D status of immigrants from different ethnic origins and native-born populations: a systematic review and meta-analysis. *Syst Rev*. 2019;8(1):211. <https://doi.org/10.1186/s13643-019-1123-4>

APÊNDICE B – ARTIGO SUBMETIDO SOBRE O TEMA DA DISSERTAÇÃO

Impact of vitamin d on cognitive functions in healthy individuals: a systematic review in randomized controlled clinical trials

Ana Beatriz Januário da Silva^{a,c*}; Waleska Maria Almeida Barros^{a,b,c}; Mayara Luclécia da Silva^{b,c}; José Maurício Lucas Silva^{b,c}; Ana Patrícia da Silva Souza^{a,c}; Karollainy Gomes da Silva^{a,c}; Matheus Santos de Sousa Fernandes^a; Antonietta Cláudia Barbosa da Fonseca Carneiro^{b,c}; Viviane de Oliveira Nogueira Souza^d; Cláudia Jacque Lagranha^{a,e}.

^a Programa de Pós-graduação em Neuropsiquiatria e Ciências do Comportamento, Centro de Ciências da Saúde, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, PE, BR.

^b Departamento de Fisioterapia, Centro de Ciências da Saúde, Centro Universitário Osman Lins (UNIFACOL), Vitória de Santo Antão, PE, BR.

^c Centro Integrado de Tecnologias em Neurociência (CITENC), Centro Universitário Osman Lins (UNIFACOL), Vitória de Santo Antão, PE, BR.

^d Núcleo de Nutrição, Centro Acadêmico de Vitória (CAV), Universidade Federal de Pernambuco, Vitória de Santo Antão, PE, BR.

^e Laboratório de Bioquímica Geral, Molecular e do Exercício– Universidade Federal de Pernambuco, Centro Acadêmico de Vitória (CAV) - UFPE.

*corresponding author: Ana Beatriz Januário da Silva, Programa de Pós graduação em Neuropsiquiatria e Ciências do Comportamento –Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), Av. da Engenharia, 186-298 - Cidade Universitária, CEP: 50740-600 Recife/PE – Brasil. Email: beatriz.januário@ufpe.br. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7919-647X>.

Ana Beatriz Januário da Silva

Master's Degree student at Programa de Pós graduação em Neuropsiquiatria e Ciências do Comportamento –Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), Av. da Engenharia, 186-298 - Cidade Universitária, CEP: 50740-600 Recife/PE – Brasil.

Centro Integrado de Tecnologias em Neurociência (CITENC) - Centro Integrado de Tecnologia e Pesquisa (CINTEP) - Centro Universitário Osman Lins (UNIFACOL), Distrito Cidade Universitária Governador marco Maciel, nº 200, CEP 55611-010, Vitória de Santo Antão – PE, Brasil.
E-mail: beatriz.januario@ufpe.br Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-7919-647X>

Waleska Maria Almeida Barros

PhD student at Programa de Pós graduação em Neuropsiquiatria e Ciências do Comportamento – Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), Av. da Engenharia, 186-298 - Cidade Universitária, CEP: 50740-600 Recife/PE – Brasil.
Centro Integrado de Tecnologias em Neurociência (CITENC) - Centro Integrado de Tecnologia e Pesquisa (CINTEP) - Centro Universitário Osman Lins (UNIFACOL), Distrito Cidade Universitária Governador marco Maciel, nº 200, CEP 55611-010, Vitória de Santo Antão – PE, Brasil.
E-mail: waleska.barros@ufpe.br Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-9033-8165>

Mayara Luclécia da Silva

Physiotherapist student; Centro Integrado de Tecnologias em Neurociência (CITENC) - Centro Integrado de Tecnologia e Pesquisa (CINTEP) - Centro Universitário Osman Lins (UNIFACOL), Distrito Cidade Universitária Governador marco Maciel, nº 200, CEP 55611-010, Vitória de Santo Antão – PE, Brasil.
E-mail: mayaraluclecia98@gmail.com Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-0686-2635>

José Maurício Lucas Silva

Physiotherapist student; Centro Integrado de Tecnologias em Neurociência (CITENC) - Centro Integrado de Tecnologia e Pesquisa (CINTEP) - Centro Universitário Osman Lins (UNIFACOL), Distrito Cidade Universitária Governador marco Maciel, nº 200, CEP 55611-010, Vitória de Santo Antão – PE, Brasil.
E-mail: josemauriciolucassilva22101998@gmail.com Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-4508-3589>

Ana Patrícia da Silva Souza

PhD student at Programa de Pós graduação em Neuropsiquiatria e Ciências do Comportamento – Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), Av. da Engenharia, 186-298 - Cidade Universitária, CEP: 50740-600 Recife/PE – Brasil.

Centro Integrado de Tecnologias em Neurociência (CITENC) - Centro Integrado de Tecnologia e Pesquisa (CINTEP) - Centro Universitário Osman Lins (UNIFACOL), Distrito Cidade Universitária Governador marco Maciel, nº 200, CEP 55611-010, Vitória de Santo Antão – PE, Brasil.

E-mail: patricia.silvasouza@ufpe.br Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-3144-2616>

Karollainy Gomes da Silva

Master's Degree student at Programa de Pós graduação em Neuropsiquiatria e Ciências do Comportamento –Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), Av. da Engenharia, 186-298 - Cidade Universitária, CEP: 50740-600 Recife/PE – Brasil.

Centro Integrado de Tecnologias em Neurociência (CITENC) - Centro Integrado de Tecnologia e Pesquisa (CINTEP) - Centro Universitário Osman Lins (UNIFACOL), Distrito Cidade Universitária Governador marco Maciel, nº 200, CEP 55611-010, Vitória de Santo Antão – PE, Brasil.

E-mail: karollgomes29@gmail.com Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-0478-4327>

Matheus Santos de Sousa Fernandes

PhD student at Programa de Pós graduação em Neuropsiquiatria e Ciências do Comportamento – Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), Av. da Engenharia, 186-298 - Cidade Universitária, CEP: 50740-600 Recife/PE – Brasil.

E-mail: matheus.sfernandes@ufpe.br Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-1066-9176>

Antonietta Cláudia Barbosa da Fonseca Carneiro

Master's

Centro Integrado de Tecnologias em Neurociência (CITENC) - Centro Integrado de Tecnologia e Pesquisa (CINTEP) - Centro Universitário Osman Lins (UNIFACOL), Distrito Cidade Universitária Governador marco Maciel, nº 200, CEP 55611-010, Vitória de Santo Antão – PE, Brasil.

E-mail: antoniettaclaudia@gmail.com Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-2921-7858>

Viviane de Oliveira Nogueira Souza

PhD

Programa de Pós graduação em Nutrição, Atividade Física e Plasticidade Fenotípica – Universidade Federal de Pernambuco (CAV) - UFPE, Rua Alto do Reservatório – S/N, Alto José Leal, Vitória de Santo Antão – PE, Brasil.

Núcleo de Nutrição, Centro Acadêmico de Vitória, Universidade Federal de Pernambuco (CAV) - UFPE, Rua Alto do Reservatório – S/N, Alto José Leal, Vitória de Santo Antão – PE, Brasil.

Email: viviane.nogueira@ufpe.br Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-9559-5208>

Cláudia Jacque Lagranha

PhD

Programa de Pós graduação em Neuropsiquiatria e Ciências do comportamento - Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), Av. da Engenharia, 186-298 – Cidade Universitária, CEP: 50740-600 Recife/PE – Brasil.

Laboratorio de Bioquimica Geral, Molecular e do Exercicio– Universidade Federal de Pernambuco, Centro Acadêmico de Vitória- UFPE, Rua Alto do Reservatório – S/N, Alto José Leal, Vitória de Santo Antão – PE, Brasil.

E-mail: claudia.lagranha@ufpe.br Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-6883-9476>.

Funding statement

None

Impact of vitamin d on cognitive functions in healthy individuals: a systematic review in randomized controlled clinical trials

Cognition is understood as aspects related to knowledge, learning, and understanding, as well as the ability to develop these functions. Vitamins and minerals influence the functioning of several functions in the central nervous system and can help maintain brain health and cognitive function throughout life. In this review, we intend to gather and analyze randomized clinical trials carried out in healthy adults, which does not

concern intellectual and/or mental processes that involve cognitive functions and their modulation by serum levels of Vitamin D (Vit D). For this, the following review system, adopted the PRISMA method criteria and registered it in the PROSPERO database. The search was performed in PubMed (MEDLINE), PsycINFO, Science Direct, Scopus, and Web of Science databases. The 5 most frequent cognitive domains in the selected studies were transmitted: processing speed, attention, verbal learning/memory, executive function, and general cognitive functions. It was found that there is positive modulation in the domains: verbal memory and verbal working memory, learning memory, attention, executive function, and also cognitive function in general. Geographical aspects, age group, methods, and tools used to analyze the relationship between cognitive function and cognitive function were also discussed. We conclude that a low level of Vit D is associated with a worse cognitive function and an increased risk of developing dementia. As well as the control of Vit D levels for healthy adults, it should be a common practice in the health network to minimize further health problems.

Keywords: calcitriol; cognition; vitamin D deficiency; cognition function.

INTRODUCTION

Cognition is understood as aspects related to knowledge, learning and understanding, as well as the ability to develop these functions. It consists of the set of skills and cognitive domains that work in synergy for a good development and maintenance of intellectual, communicative and social improvements (1). According to the PubMed database, in the last 10 years, research on cognitive functions grew approximately 8 times, since in 2010 117 materials were published, in 2020 there were 941 materials published in journals attached to this database.

Vitamins and minerals influence the functioning of several functions in the central nervous system such as growth, development and cognitive functioning, therefore, they are able to help maintain brain health and cognitive function throughout life (2). Vitamin D (vit D) has multiple biological targets mediated by the Vitamin D Receptor (VDR). This vitamin acts on skeletal muscle (3), cardiovascular function (4), immune cells (5) and also on neurons and glial cells. In the latter, this vitamin is capable of regulating neurotransmission, neuroprotection, neuroimmunomodulation and brain processes, such as the control of calcium homeostasis in hippocampal neurons (6).

Some authors have been discussing a possible association between low levels of vit D and deficits in the performance of cognitive functions in healthy humans or with some pathological condition (7–10). Thus, clinical trials are being carried out to verify the effect of vit D supplementation on cognitive functions (11–15). However, just as the serum levels of vit D are easily modulated, for example in pathological events (16), cognitive function is also affected (17) such as traumatic events (18). Systematic reviews with and without meta-analysis have synthesized information about the effect of vit D supplementation on cognitive functions (2,19–21), but the syntheses bring together models with different methodological designs or use only observational studies.

In order to reduce conflicting factors and provide a better understanding of the relationship between vit D and cognitive function, this review aims to bring together and analyze randomized clinical trials carried out in healthy adults with regard to intellectual and/or mental processes involving the cognitive functions and their modulation by serum levels of vit D.

MATERIALS AND METHODS

This systematic review adopted the criteria recommended by the PRISMA method (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses), shown in Figure 1. In the International Prospective Register of Systematic Reviews (PROSPERO) database, the protocol was registered on 07/22 /2021, obtaining the registration number CRD42021262413. Figure 1 – Flowchart of identification of studies via databases.

Search strategy

Searches were performed in the PubMed (MEDLINE), Psycinfo, Science Direct, Scopus and Web of Science databases with the following search equation: (Vitamin D) AND (((Cognition) OR (Cognitive Function)) OR (Cognitive Functions)) as well as combinations of these terms.

Selection of studies and inclusion and exclusion criteria

Two independent researchers (ABJ and MLS) read all titles by database and abstracts, if they fit the review criteria, these were read in full. The presence of the third researcher (WMA) was requested in episodes of disagreement. The studies included in this review followed the following criteria: a) studies that performed analyzes of vitamin D levels in adults and the elderly; b) those who analyzed intellectual and/or mental processes involving memory,

attention, perception, language or executive functions; c) only randomized clinical trials were included. Studies that i) addressed an association with diseases or pathological conditions were excluded; ii) with a pharmacological approach; iii) studies that used athletes or similar models; iv) studies involving physical training protocols. Furthermore, the PICO (Population Intervention Comparator Outcome) strategy was also used in the selection of studies for greater specificity.

Data extraction

ABJ and MLS independently reviewed all selected articles with a view to extracting relevant data for the preparation of this review. Conflicts were alleviated between authors or with the involvement of the third reviewer. It is important to point out that the searches in the electronic databases were carried out without the aid of any software.

Risk of partiality

The Joanna Briggs Institute (JBI) tool (22) was used to assess the quality of the included studies, where each study was categorized according to the percentage of positive responses in the questions corresponding to the assessment instrument. As a complementary analysis of the risk of bias, the Software RevMan 5.3.0 was used in order to detect intervening factors from the 7 judgment criteria provided by the software, which are: Random Sequence Generation, Allocation Concealment, Blinding of participants and personnel, Blinding of outcome assessment, Incomplete outcome data, Selective reporting and Other bias. Thus, this review presents a low risk of bias as shown in figures 2 and 3.

Figure 2 – Risk of bias graph.

Figure 3 – Risk of bias summary

RESULTS

Based on the inclusion criteria and the sum of all databases used, 2,167 titles of articles were initially analyzed. Of these, 471 were excluded because they were in duplicates. After verifying the articles in full and according to the pre-established eligibility criteria, 619 studies were excluded for associating diseases or pathological conditions, being the main cause of exclusion. Importantly, 399 studies were excluded due to the research design, being the second largest cause of exclusion. Nine randomized clinical trials performed with adults were included. The flowchart for selecting the inclusion of articles is described in Figure 1 (PRISMA).

Study characteristics

Regarding the geographic distribution of the studies included in this review, three distinct continents were identified (American, Oceania and Europe). The mean age corresponded to 68.2 ± 16.09 years and, for this, the mean age of the study participants was taken into account. The range of duration of interventions was from 6 to 156.42 weeks, with the shortest lasting 6 weeks and the longest 7 years. The characteristics of the included studies are presented in table 1.

Table – 1 Characteristics of samples/authors.

Research analyzed cognitive domains related to memory, visual abilities, verbal skills, motor skills, temporal/sensory aspects, executive function, logical reasoning, cognitive flexibility and cognitive function in general. However, due to the range of cognitive domains assessed, those with the highest frequency in the research were included: verbal learning/memory, executive function, attention, processing speed and general cognitive functions.

Regarding vit D, only two studies presented an average of 25(OH)D levels classified as adequate (14,23), 4 studies (7,12,13,24) presented an insufficient classification and in 3 studies (25– 27) Vit D levels were deficient in the initial phase of the studies. Importantly, not all studies leveled serum vit D levels in their participants before starting a trial intervention, only two trials used this methodology (12,25). The specifics of clinical trials are included in table 2.

Table 2 - Characteristics of interventions/author.

Vitamin D and cognitive function

Taking into account the 5 most frequent cognitive domains in the studies in this review, the processing speed, attention, verbal/memory learning, executive function and general cognitive functions and the relationship and/or effect of their modifications in face of different serum dosages were analyzed. of vit D. The dosages used in the studies ranged from 400 IU/to 4,800 IU/d. In two studies (14,27) differences were also observed in the type of administration of vit D, which used yogurt and fortified mushrooms containing this vitamin.

The vit D supplementation showed efficacy in increasing 25(OH)D concentrations. However, in the study by Zajac (14), even using a dosage of 600 IU/d, there was a reduction in 25(OH)D concentration levels during his trial, which lasted a period of 24 weeks. Regarding cognitive function, vit D supplementation contributed mainly to the improvement in domains related to verbal memory and general cognitive function. The summary of the analyzes carried out in this review is organized in table 3, with the following information: names of the authors, methods for measuring Vit D and the results of the clinical trials included.

Table 3 - Measurement characteristics and outcomes/authors.

This review gathered information on 5,588 participants and it was observed that the most used test in the studies to verify the general cognitive function was the Mini mental state examination test (14,24,26,27). The collective of authors Rossom et at. (13) used a modified version of this test. Some studies (12–14,27) used other test batteries, such as the Cambridge Neurological Test Automated Battery (CANTAB), Frontal Assessment Battery (FAB), CSIRO Cognitive Assessment Battery (C-CAB) and The WHISCA cognitive battey (WHI Study Cognitive Aging - WHISCA). Furthermore, isolated tests were also carried out to analyze specific abilities, such as the Digit Span Forward and Backward test, which is available to verify aspects of attention and memory, and also the Stroop test, which analyzes executive functions.

DISCUSSION

Overall, this review gathered valuable information regarding the effect of vit D supplementation on cognitive functions in healthy individuals. It was found that there is positive modulation in the domains: verbal memory and verbal working memory, learning memory, attention, executive function and also cognitive function in general, assessed mainly through the MMSE test. Although most studies have resulted in positive modulation of cognitive function, a considerable number of studies have provided adverse information, both in relation to the reduction in 25(OH)D concentrations after vit D supplementation (14), and in the worsening of performance in the domains of attention and processing speed (27).

Geographic considerations

This synthesis gathers information about the status of vit D and its impact on cognitive function in three continents: North America, Oceania and Europe. In the case of vit D, it is important to take into account some geographic characteristics, since the vitamin in question has the ability to be photochemically synthesized from ultraviolet (UV) rays. Furthermore, we draw attention to a geographic variable that influences serum vit D levels: latitude.

Latitude and UV radiation are related to vit D levels such that latitudes between 40° parallel North and South offer greater sun exposure, while at higher latitudes there is relatively less sunlight available. About 15% of the world's population lives in higher latitudes and consequently has its ability to convert pre-vitamin D₃ reduced, resulting in dependence on the diet to obtain vit D (28). Furthermore, UV radiation is capable of being attenuated by melanin, through the process of dissipation in the form of heat (29). Thus, it appears that individuals with greater amounts of melanin pigment, with darker skin color, have a reduced capacity to synthesize vit D in the skin (30).

Thus, all the countries involved in the studies present in this systematic review (7,12–14,23–27) are in agreement with this information regarding the aforementioned latitude-Vit D relationship, when the values before the interventions are observed. In the studies by Dean (23) and Zajac (14), the means of 25(OH)D at baseline were 76.6 nmol/L and 74.4 nmol/L (respectively), which correspond, according to the International Osteoporosis Foundation (IOF), the proper classification. These studies took place in Australia and the result is contrary to the information in the Global Overview carried out by Van Schoor and Lips (31) in 2017. These authors point out that the prevalence of vit

D deficiency in the Oceania continent is around 20% to 50 % and still present in their Global Overview, seven studies carried out in Australia in adults who obtained values below the appropriate classification.

CHARACTERISTICS OF PARTICIPANTS

BRIEF RELATIONSHIP BETWEEN AGE - VITAMIN D - COGNITIVE FUNCTION:

Overall, the present review presents information regarding 5,628 participants with a mean age of 69.6 years (based on the mean ages provided in the studies), involving individuals from 21.8 ± 2.9 years to 71.2 ± 4.4 years. Due to the various functions that vit D is capable of performing in the functioning of the human body, its maintenance at adequate levels is essential throughout life. It is important to emphasize the reduction in skin thickness and synthesis capacity during aging, and thus it is common that vit D levels are not adequate at this stage of life (32–34). As with this information, the authors of this synthesis observed that in one of the studies that presented adequate levels of vit D before the interventions, the mean age of the participants was 21.8 ± 2.9 years (23). However, in another study with the same classification for vit D levels, participants had a mean age of 69.7 ± 6.6 years (14).

Of the main characteristics of the aging process, the decline in cognitive functions, as well as changes in brain architecture (35), such as the reduction in prefrontal white matter volume (36,37) are points well discussed in the literature. In addition, there are other factors capable of causing changes in cognition in healthy people, both in terms of structure and functions, for example: diet (38,39), sleep quality (40) and physical training (41 ,42). Thus, it is highlighted that, regardless of age, vitamins and minerals are able to help in the development and maintenance of brain health (2).

Of the randomized clinical trials included in this review that showed some improvement in cognitive function (7,12,14,24,26,27), the mean age ranged between 56.7 and 71 years. In addition, the dosages used corresponded to values between 400 UI/d and 2,000 UI/d, according to the IOF recommendations, the daily intake of vit D for these age groups is between 800 and 1,000 UI/d, therefore, doses higher than the recommendations were used. On the other hand, in clinical trials that did not report changes in cognitive function (13,23–25), the age groups did not show proximity, with the mean varying between 21.8 and 71 years. Although these clinical trials do not show a positive relationship between vit D supplementation and cognitive function, reviews and meta-

analyses show that vitamin deficiency is associated with cognitive difficulties in healthy adults (43–45).

In light of this scenario, it is possible to observe that there is a disagreement between the data collected on vit D and cognitive function, and there are still few clinical trials carried out in the population of young adults. Furthermore, it is necessary that other clinical trials are carried out in order to verify the influence of age group under the effect of vit D supplementation on cognitive functions so that the best strategy for each age group can be consolidated.

CONSIDERATIONS REGARDING PRE-INTERVENTION VITAMIN D LEVELS:

Vit D is a pre-hormone that can be synthesized by the skin or obtained through the diet, which facilitates its levels to be modulated by the lifestyle and environment in which the individual is inserted. Supplementation of this vitamin, according to the guideline by Pludowski et al. (2018), is one of the items capable of improving the general health of human beings with the best cost-benefit ratio. It is important to emphasize that the objective of vit D supplementation is to reach and maintain the optimal concentrations of 25(OH)D.

Therefore, several studies have used vit D supplementation as a tool for a number of purposes: athletic performance (47–51), reduced risk of falls (52–54), effect on muscle strength/function (4.55 –57) and cognitive function (11,58,59).

When starting any supplementation, the individual in a healthy state who will receive such intervention, will normally present an initial value for the parameter under analysis. Thus, in the case of vit D supplementation, the parameter evaluated is the level of 25(OH)D, the main form in which this vitamin is circulating in the human body and is used clinically to monitor the status of this vitamin (60). Therefore, in this review, it was observed that depending on the initial status of the 25(OH)D level presented by the clinical trial volunteer, they would possibly be exposed to two outcomes in relation to the supplementation proposed in the intervention: a) correction of vit D levels or b) improvement in serum vit D status, testing possible doses capable of causing effects on cognition.

The studies by Jorde (25) and Castle (12) included in this review, described in their methods a type of leveling of volunteers participating in the interventions. Respectively, five capsules of a previous loading dose of 20,000 IU/s were administered during the 4 months of the trial. In this setting, the outcome found was a negative

relationship between vit D supplementation and cognitive function. On the other hand, a pre-intervention period of 1 month was defined to level the volunteers' vit D status, and despite the need for other methodological observations, the outcome was positive for the effect of vit D supplementation in the learning/cognitive domains. Memory, executive function and attention, under the administration of different dosages.

INTERVENTION MODELS

Fortification vs Vitamin D Supplementation:

Recommendations for daily vit D intake are still conflicting. The National Academy of Medicine (NAM) recommends for adults between 1-59 years and 60-70 years 600 IU/d for people aged 71+ years. The IOF did not evaluate recommendations for individuals between 1-59 years, but for the group aged over 60 years, a dose of 800 to 1,000 IU/d is recommended (61). In addition, the Endocrine Society recommends for individuals at risk of vit D deficiency aged 19-50 years to take 600 IU/d and for 50-70 and 70+ 600 IU/d (62). Furthermore, vit D replacement in adults is dependent on the serum concentration of 25(OH)D. For <10 ng/mL (<25 nmol/L) it is recommended 50,000 IU/1x per week or 800 IU/d, while for 10-20 ng/mL (25-49 nmol/L) the recommendation is 800-1,000 IU/d and finally, for 20-30 ng/mL (50-74 nmol/L) 600-800 IU is recommended /d (63).

It is not only possible to seek adequacy of vit D levels through supplementation but also through the food fortification technique. There are two ways to carry out the fortification process: a) mass fortification and b) fortification point of use, which respectively correspond to the addition of micronutrients to foods that are commonly consumed and the addition of single-dose vitamin and mineral packets in form. of powder sprinkled on ready-to-eat food (64).

In this sense, mass fortification of foods with vit D is carried out by some countries, such as the United States, Canada and Finland, in foods such as milk, margarine, yogurt, orange juice, bread and cereals (65). Vit D is also highly present in sun-dried and UV-exposed mushrooms. According to the review carried out by Cardwell et al. (2018), sunlight and regular and pulsed UV lamps are able to raise vit D2 concentrations to nutritional significance. Thus, it was noted in the clinical trials used in this review different ways to induce the increase in vit D levels, the authors Petterson (2017), Jorde et al. (2019), Dean et al. (2011), Rossom et al. (2012), Schietzel et al.

(2019b), Castle et al. (2020) and Owusu et al. (2019), in their clinical trials used tablet/capsule supplementation.

On the other hand, Zajac et al. (2020) used, in addition to vit D3 capsules, mushrooms with increased vit D2 through exposure to UV rays in order to assess whether casually vit D2 and D3 were related to cognition and mood in healthy individuals. In this case, doses of 600 IU/d were used, and it is important to note that for this administration, the processes of lyophilization and crushing of mushrooms were carried out, followed by exposure to UV-B light. Another alternative used to increase serum vit D levels, also found in selected studies, was yogurt fortification. Beauchet et al. (2019), used 200 IU of vit D3 and 400mg of calcium per size of yogurt. In this trial, the hypothesis was that low daily doses of vit D (400 IU/d) associated with 800g of calcium through fortified yoghurt for 3 months would improve cognitive performance and for this, 2 pots of yoghurt were administered per day.

In agreement with the data found in the literature regarding the efficacy of food fortification and the use of mushrooms enriched using UVB light, the two clinical trials (9,14), despite working with different dosages of the 600 IU/400 vitamin UI/d (respectively), both had positive outcomes regarding the influence of vit D on cognitive functions and performance, more precisely processing speed, action/reaction time, verbal and spatial working memory, and general cognitive functions assessed by the MMSE.

FINAL CONSIDERATIONS

A low level of vit D is associated with poorer cognitive function and an increased risk of developing dementias. In fact, due to the vast heterogeneity of the studies included in this review, it was not possible to have a potential for recommending the appropriate duration and dose of supplementation with vit D to improve cognitive functions. However, our analyzes point to some observations for the potential of vit D supplementation to improve cognitive domains in healthy adults: a) low doses between 400 IU/d and 600 IU/d seem to be more effective when compared to doses between 2,400 IU/ 5,000 IU/d; b) the fortification and enrichment of foods with vit D need to be better explored in clinical trials as they appear to be more or as effective as synthetic supplementation; c) more clinical trials with young adults are needed to better understand the modulation of vit D in cognitive functions in this age group.

Considering our points above, we conclude that the control of vit D levels for healthy adult individuals should be a common practice in the health network to minimize

major health problems, mainly in the reduction of cognitive abilities due to vit D deficiency. Therefore, the development of public policies on this theme need to be further encouraged.

Conflict of Interest Statement: The authors declare that the research was conducted in the absence of any commercial or financial relationships that could be construed as a potential conflict of interest.

Acknowledgments: The authors thank the “*Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES)*” and, the “*Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico*” (CNPq) for their financial support.

Data availability statement: The data that support the findings of this study are available from the corresponding author, A.B.J.S., upon reasonable request.

REFERENCES

1. Magda Lahorgue Nunes, Jaderson Costa da Costa DG de S. Entendendo o funcionamento do cérebro ao longo da vida. 2021. 211 p.
2. Rutjes AW, Denton DA, Nisio M Di, Chong L, Abraham RP, Al-Assaf AS, et al. Vitamin and mineral supplementation for maintaining cognitive function in cognitively healthy people in mid and late life. *Cochrane Database Syst Rev* [Internet]. 2018 Dec 17 [cited 2021 Oct 16];2018(12). Available from: [/pmc/articles/PMC6353240/](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30444440/)
3. Bozsodi A, Boja S, Szilagyi A, Somhegyi A, Varga PP, Lazary A. Muscle strength is associated with vitamin D receptor gene variants. *J Orthop Res* [Internet]. 2016 Nov 1 [cited 2021 May 30];34(11):2031–7. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26932507/>
4. Carson EL, Pourshahidi LK, Hill TR, Cashman KD, Strain JJ, Boreham CA, et al. Vitamin D, muscle function, and cardiorespiratory fitness in adolescents from the young hearts study. *J Clin Endocrinol Metab* [Internet]. 2015 Dec 1 [cited 2021 May 30];100(12):4621–8. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26485221/>
5. Holick MF. Sunlight and vitamin D for bone health and prevention of autoimmune diseases, cancers, and cardiovascular disease. *Am J Clin Nutr*

- [Internet]. 2004 Dec 1 [cited 2021 Aug 31];80(6):1678S-1688S. Available from: <https://academic.oup.com/ajcn/article/80/6/1678S/4690512>
6. Annweiler C, Allali G, Allain P, Bridenbaugh S, Schott A-M, Kressig RW, et al. Vitamin D and cognitive performance in adults: a systematic review. *Eur J Neurol* [Internet]. 2009 Oct 1 [cited 2021 Oct 16];16(10):1083–9. Available from: <https://onlinelibrary-wiley.ez16.periodicos.capes.gov.br/doi/full/10.1111/j.1468-1331.2009.02755.x>
 7. Pettersen JA. Does high dose vitamin D supplementation enhance cognition?: A randomized trial in healthy adults. *Exp Gerontol*. 2017 Apr;90:90–7.
 8. Fashanu OE, Zhao D, Schneider ALC, Rawlings AM, Sharrett AR, Lutsey PL, et al. Mid-life serum Vitamin D concentrations were associated with incident dementia but not late-life neuropsychological performance in the Atherosclerosis Risk in Communities (ARIC) Study. *BMC Neurol*. 2019 Oct;19(1):244.
 9. Beauchet O, Launay C, Galery K, Vilcocoq C, Dontot-Payen F, Rousseau B, et al. Effects of Vitamin D and Calcium Fortified Yogurts on Gait, Cognitive Performances, and Serum 25-Hydroxyvitamin D Concentrations in Older Community-Dwelling Females: Results from the GAit, MEemory, Dietary and Vitamin D (GAME-D2) Randomized Controlled Trial. *Nutrients* [Internet]. 2019 Nov 26 [cited 2021 Sep 15];11(12):2880. Available from: [/pmc/articles/PMC6950501/](https://pmc/articles/PMC6950501/)
 10. Eymundsdottir H, Chang M, Geirsdottir OG, Gudmundsson LS, Jonsson P V., Gudnason V, et al. Lifestyle and 25-hydroxy-vitamin D among community-dwelling old adults with dementia, mild cognitive impairment, or normal cognitive function. *Aging Clin Exp Res* 2020 3212 [Internet]. 2020 Apr 4 [cited 2021 Oct 16];32(12):2649–56. Available from: <https://link.springer.com/article/10.1007/s40520-020-01531-1>
 11. Hu J, Jia J, Zhang Y, Miao R, Huo X, Ma F. Effects of vitamin D3 supplementation on cognition and blood lipids: a 12-month randomised, double-blind, placebo-controlled trial. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* [Internet]. 2018 Dec 1 [cited 2021 Oct 16];89(12):1341–7. Available from: <https://jnnp.bmj.com/content/89/12/1341>
 12. Castle M, Fiedler N, Pop LC, Schneider SJ, Schluskel Y, Sukumar D, et al. Three Doses of Vitamin D and Cognitive Outcomes in Older Women: A Double-Blind Randomized Controlled Trial. Le Couteur D, editor. *Journals Gerontol Ser A*

- [Internet]. 2020 Apr 17;75(5):835–42. Available from:
<https://academic.oup.com/biomedgerontology/article/75/5/835/5320009>
13. Rossom RC, Espeland MA, Manson JE, Dysken MW, Johnson KC, Lane DS, et al. Calcium and vitamin D supplementation and cognitive impairment in the women's health initiative. *J Am Geriatr Soc*. 2012 Dec;60(12):2197–205.
 14. Zajac IT, Barnes M, Cavuoto P, Wittert G, Noakes M. The Effects of Vitamin D-Enriched Mushrooms and Vitamin D3 on Cognitive Performance and Mood in Healthy Elderly Adults: A Randomised, Double-Blinded, Placebo-Controlled Trial. *Nutrients* [Internet]. 2020 Dec 16 [cited 2021 Sep 15];12(12):3847. Available from: [/pmc/articles/PMC7766163/](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34111111/)
 15. Kazem YI, Moaty MIA, El-Shebini SM, Tapozada ST, Hanna LM. Low Vitamin D Serum Levels May Be a Modifiable Risk Factor for Obesity and Cognitive Impairment in Middle-Age Egyptian Women. *Open Access Maced J Med Sci* [Internet]. 2014 Jun 15 [cited 2021 Oct 16];2(2):283–8. Available from: <https://oamjms.eu/index.php/mjms/article/view/55>
 16. Roth DE, Abrams SA, Aloia J, Bergeron G, Bourassa MW, Brown KH, et al. Global prevalence and disease burden of vitamin D deficiency: a roadmap for action in low- and middle-income countries. *Ann N Y Acad Sci* [Internet]. 2018 Oct 18 [cited 2021 May 30];1430(1):44–79. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30225965/>
 17. Soldan A, Pettigrew C, Cai Q, Wang J, Wang M-C, Moghekar A, et al. Cognitive reserve and long-term change in cognition in aging and preclinical Alzheimer's disease. *Neurobiol Aging* [Internet]. 2017 Dec 1 [cited 2021 Oct 16];60:164. Available from: [/pmc/articles/PMC5679465/](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29111111/)
 18. Lee E, Jayasinghe N, Swenson C, Dams-O'Connor K. Dispositional optimism and cognitive functioning following traumatic brain injury. *Brain Inj* [Internet]. 2019 Jul 3 [cited 2021 Oct 16];33(8):985–90. Available from: [https://pubmed-ncbi-nlm-nih.ez16.periodicos.capes.gov.br/31055941/](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31055941/)
 19. Goodwill AM, Szoek C. A Systematic Review and Meta-Analysis of The Effect of Low Vitamin D on Cognition. *J Am Geriatr Soc* [Internet]. 2017 Oct 1 [cited 2021 Oct 16];65(10):2161–8. Available from: <https://onlinelibrary-wiley.ez16.periodicos.capes.gov.br/doi/full/10.1111/jgs.15012>
 20. Maddock J, Zhou A, Cavadino A, Kuźma E, Bao Y, Smart M, et al. Vitamin D and cognitive function: A Mendelian randomisation study. *Sci Rep* [Internet].

- 2017 Dec 1 [cited 2021 Oct 16];7(1). Available from: <https://pubmed-ncbi-nlm-nih.ez16.periodicos.capes.gov.br/29038561/>
21. van der Schaft J, Koek H, Dijkstra E, Verhaar H, van der Schouw Y, Emmelot-Vonk M. The association between vitamin D and cognition: a systematic review. *Ageing Res Rev* [Internet]. 2013 Sep [cited 2021 Oct 16];12(4):1013–23. Available from: <https://pubmed-ncbi-nlm-nih.ez16.periodicos.capes.gov.br/23727408/>
 22. Joanna Briggs institute. Methodology for JBI Umbrella Reviews [Internet]. 2014 [cited 2021 May 30]. Available from: www.joannabriggs.org
 23. Dean AJ, Bellgrove MA, Hall T, Phan WMJ, Eyles DW, Kvaskoff D, et al. Effects of vitamin D supplementation on cognitive and emotional functioning in young adults--a randomised controlled trial. *PLoS One*. 2011;6(11):e25966.
 24. Owusu JE, Islam S, Katumuluwa SS, Stolberg AR, Usera GL, Anwarullah AA, et al. Cognition and Vitamin D in Older African-American Women- Physical performance and Osteoporosis prevention with vitamin D in older African Americans Trial and Dementia. *J Am Geriatr Soc* [Internet]. 2019 Jan;67(1):81–6. Available from: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/jgs.15607>
 25. Jorde R, Kubiak J, Svartberg J, Fuskevåg OM, Figenschau Y, Martinaityte I, et al. Vitamin D supplementation has no effect on cognitive performance after four months in mid-aged and older subjects. *J Neurol Sci*. 2019 Jan;396:165–71.
 26. Schietzel S, Fischer K, Brugger P, Orav EJ, Renerts K, Gagesch M, et al. Effect of 2000 IU compared with 800 IU vitamin D on cognitive performance among adults age 60 years and older: a randomized controlled trial. *Am J Clin Nutr*. 2019 Jul;110(1):246–53.
 27. Beauchet O, Launay CP, Galery K, Vilcocq C, Dontot-Payen F, Rousseau B, et al. Effects of Vitamin D and Calcium Fortified Yogurts on Gait, Cognitive Performances, and Serum 25-Hydroxyvitamin D Concentrations in Older Community-Dwelling Females: Results from the GAit, MEmory, Dietary and Vitamin D (GAME-D2) Randomized Controlled Tri. *Nutrients*. 2019 Nov;11(12).
 28. Ghareghani M, Reiter RJ, Zibara K, Farhadi N. Latitude, Vitamin D, Melatonin, and Gut Microbiota Act in Concert to Initiate Multiple Sclerosis: A New Mechanistic Pathway. *Front Immunol* [Internet]. 2018 [cited 2021 Aug 31];9:2484. Available from: [/pmc/articles/PMC6232868/](https://pmc/articles/PMC6232868/)

29. Jarrett P, Scragg R. Evolution, Prehistory and Vitamin D. *Int J Environ Res Public Health* [Internet]. 2020 Jan 2 [cited 2021 Nov 3];17(2). Available from: [/pmc/articles/PMC7027011/](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/327011/)
30. Hedlund R, Diamond TK, Uversky VN. The latitude hypothesis, vitamin D, and SARS-Co-V2. *J Biomol Struct Dyn* [Internet]. 2020 [cited 2021 Nov 3];1. Available from: [/pmc/articles/PMC7441773/](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/327441773/)
31. van Schoor N, Lips P. Global Overview of Vitamin D Status. *Endocrinol Metab Clin North Am*. 2017 Dec 1;46(4):845–70.
32. MacLaughlin J, Holick M. Aging decreases the capacity of human skin to produce vitamin D3. *J Clin Invest* [Internet]. 1985 [cited 2021 Nov 5];76(4):1536–8. Available from: [https://pubmed-ncbi-nlm-nih.ez16.periodicos.capes.gov.br/2997282/](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/2997282/)
33. Need A, Morris H, Horowitz M, Nordin C. Effects of skin thickness, age, body fat, and sunlight on serum 25-hydroxyvitamin D. *Am J Clin Nutr* [Internet]. 1993 [cited 2021 Nov 5];58(6):882–5. Available from: [https://pubmed-ncbi-nlm-nih.ez16.periodicos.capes.gov.br/8249872/](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/8249872/)
34. Holick M, Matsuoka L, Wortsman J. Age, vitamin D, and solar ultraviolet. *Lancet (London, England)* [Internet]. 1989 Nov 4 [cited 2021 Nov 5];2(8671):1104–5. Available from: [https://pubmed-ncbi-nlm-nih.ez16.periodicos.capes.gov.br/2572832/](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/2572832/)
35. Lacreuse A, Raz N, Schmidtke D, Hopkins WD, Herndon JG. Age-related decline in executive function as a hallmark of cognitive ageing in primates: an overview of cognitive and neurobiological studies. *Philos Trans R Soc B* [Internet]. 2020 Nov 9 [cited 2021 Nov 5];375(1811):20190618. Available from: [https://royalsocietypublishing-org.ez16.periodicos.capes.gov.br/doi/abs/10.1098/rstb.2019.0618](https://royalsocietypublishing.org/doi/abs/10.1098/rstb.2019.0618)
36. Salat D, Kaye J, Janowsky J. Prefrontal gray and white matter volumes in healthy aging and Alzheimer disease. *Arch Neurol* [Internet]. 1999 [cited 2021 Nov 5];56(3):338–44. Available from: [https://pubmed-ncbi-nlm-nih.ez16.periodicos.capes.gov.br/10190825/](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/10190825/)
37. O’Sullivan M, Jones D, Summers P, Morris R, Williams S, Markus H. Evidence for cortical “disconnection” as a mechanism of age-related cognitive decline. *Neurology* [Internet]. 2001 Aug 28 [cited 2021 Nov 5];57(4):632–8. Available from: [https://pubmed-ncbi-nlm-nih.ez16.periodicos.capes.gov.br/11524471/](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11524471/)

38. Milte C, Ball K, Crawford D, McNaughton S. Diet quality and cognitive function in mid-aged and older men and women. *BMC Geriatr* [Internet]. 2019 Dec 21 [cited 2021 Nov 5];19(1). Available from: <https://pubmed-ncbi-nlm-nih.ez16.periodicos.capes.gov.br/31864295/>
39. McEvoy C, Leng Y, Peeters G, Kaup A, Allen I, Yaffe K. Interventions involving a major dietary component improve cognitive function in cognitively healthy adults: a systematic review and meta-analysis. *Nutr Res* [Internet]. 2019 Jun 1 [cited 2021 Nov 5];66:1–12. Available from: <https://pubmed-ncbi-nlm-nih.ez16.periodicos.capes.gov.br/31022563/>
40. Dzierzewski J, Dautovich N, Ravyts S. Sleep and Cognition in Older Adults. *Sleep Med Clin* [Internet]. 2018 Mar 1 [cited 2021 Nov 5];13(1):93–106. Available from: <https://pubmed-ncbi-nlm-nih.ez16.periodicos.capes.gov.br/29412987/>
41. Raichlen D, PK B, LA N, MK F, EK Z, AR S, et al. Effects of simultaneous cognitive and aerobic exercise training on dual-task walking performance in healthy older adults: results from a pilot randomized controlled trial. *BMC Geriatr* [Internet]. 2020 Mar 2 [cited 2021 Nov 5];20(1). Available from: <https://pubmed-ncbi-nlm-nih.ez16.periodicos.capes.gov.br/32122325/>
42. Zheng G, Ye B, Zheng Y, Z X, R X, P Q, et al. The effects of exercise on the structure of cognitive related brain regions: a meta-analysis of functional neuroimaging data. *Int J Neurosci* [Internet]. 2019 Apr 3 [cited 2021 Nov 5];129(4):406–15. Available from: <https://pubmed-ncbi-nlm-nih.ez16.periodicos.capes.gov.br/30073877/>
43. Annweiler C, Montero-Odasso M, Llewellyn DJ, Richard-Devantoy S, Duque G, Beauchet O. Meta-Analysis of Memory and Executive Dysfunctions in Relation to Vitamin D. *J Alzheimer's Dis* [Internet]. 2013 Aug 20 [cited 2021 Nov 6];37(1):147–71. Available from: <https://www.medra.org/servlet/aliasResolver?alias=iospress&doi=10.3233/JAD-130452>
44. Balion C, Griffith L, Striffler L, Henderson M, Patterson C, Heckman G, et al. Vitamin D, cognition, and dementia: a systematic review and meta-analysis. *Neurology* [Internet]. 2012 Sep 25 [cited 2021 Oct 16];79(13):1397–405. Available from: <https://pubmed-ncbi-nlm-nih.ez16.periodicos.capes.gov.br/23008220/>

45. Etgen T, Sander D, Bickel H, Sander K, Förstl H. Vitamin D deficiency, cognitive impairment and dementia: a systematic review and meta-analysis. *Dement Geriatr Cogn Disord* [Internet]. 2012 Jul [cited 2021 Oct 16];33(5):297–305. Available from: <https://pubmed-ncbi-nlm-nih.ez16.periodicos.capes.gov.br/22759681/>
46. Pludowski P, Holick MF, Grant WB, Konstantynowicz J, Mascarenhas MR, Haq A, et al. Vitamin D supplementation guidelines. *J Steroid Biochem Mol Biol* [Internet]. 2018 Jan 1 [cited 2021 Nov 6];175:125–35. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0960076017300316>
47. Książek A, Zagrodna A, Słowińska-Lisowska M. Vitamin D, Skeletal Muscle Function and Athletic Performance in Athletes—A Narrative Review. *Nutrients* [Internet]. 2019 Aug 4 [cited 2021 May 30];11(8):1800. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31382666/>
48. Dahlquist DT, Dieter BP, Koehle MS. Plausible ergogenic effects of vitamin D on athletic performance and recovery. *J Int Soc Sports Nutr* [Internet]. 2015 Dec 19 [cited 2021 May 30];12(1):33. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26288575/>
49. Owens DJ, Fraser WD, Close GL. Vitamin D and the athlete: Emerging insights. *Eur J Sport Sci* [Internet]. 2015 Jan 2 [cited 2021 May 30];15(1):73–84. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25131312/>
50. Neal S, Sykes J, Rigby M, Hess B. A review and clinical summary of vitamin D in regard to bone health and athletic performance. *Phys Sportsmed* [Internet]. 2015 Apr 3 [cited 2021 May 30];43(2):161–8. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25797288/>
51. Chiang C, Ismaeel A, Griffis RB, Weems S. Effects of Vitamin D Supplementation on Muscle Strength in Athletes: A Systematic Review. *J Strength Cond Res* [Internet]. 2017 Feb;31(2):566–74. Available from: <https://journals.lww.com/00124278-201702000-00036>
52. Halfon M, Phan O, Teta D. Vitamin D: A Review on Its Effects on Muscle Strength, the Risk of Fall, and Frailty. *Biomed Res Int* [Internet]. 2015 [cited 2021 Aug 22];2015. Available from: [/pmc/articles/PMC4427016/](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25797288/)
53. Bikle DD. Vitamin D Metabolism, Mechanism of Action, and Clinical Applications. *Chem Biol*. 2014 Mar 20;21(3):319–29.
54. Annweiler C, Schott A-M, Berrut G, Chauviré V, Le Gall D, Inzitari M, et al.

- Vitamin D and Ageing: Neurological Issues. *Neuropsychobiology* [Internet]. 2010 [cited 2021 May 16];62(3):139–50. Available from: www.karger.com
55. Silva ABJ, Do Carmo TS, Souza APS, Silva MRM, Fernandes MSS, Souza VON, et al. The role of serum levels of vitamin d in children's muscle strength: A systematic review. *Clinics*. 2021;76.
 56. Ebid AA, El-Shamy SM, Amer MA. Effect of vitamin D supplementation and isokinetic training on muscle strength, explosive strength, lean body mass and gait in severely burned children: A randomized controlled trial. *Burns* [Internet]. 2017 Mar 1 [cited 2021 May 30];43(2):357–65. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28341259/>
 57. Dzik KP, Kaczor JJ. Mechanisms of vitamin D on skeletal muscle function: oxidative stress, energy metabolism and anabolic state. *Eur J Appl Physiol* [Internet]. 2019 Apr 4 [cited 2021 May 30];119(4):825–39. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30830277/>
 58. Mayne PE, Burne THJ. Vitamin D in Synaptic Plasticity, Cognitive Function, and Neuropsychiatric Illness. *Trends Neurosci* [Internet]. 2019 Apr 1 [cited 2021 Aug 23];42(4):293–306. Available from: <http://www.cell.com/article/S0166223619300062/fulltext>
 59. Chhetri JK, de Souto Barreto P, Soriano G, Gennero I, Cantet C, Vellas B. Vitamin D, homocysteine and n-3PUFA status according to physical and cognitive functions in older adults with subjective memory complaint: Results from cross-sectional study of the MAPT trial. *Exp Gerontol*. 2018 Oct;111:71–7.
 60. Holick MF. VITAMIN D IN HEALTH AND DISEASE: Vitamin D for Health and in Chronic Kidney Disease. *Semin Dial* [Internet]. 2005 Jul 19 [cited 2021 May 30];18(4):266–75. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16076348/>
 61. International Osteoporosis Foundation. Vitamin D | International Osteoporosis Foundation [Internet]. 2021 [cited 2021 Nov 6]. Available from: <https://www.osteoporosis.foundation/health-professionals/prevention/nutrition/vitamin-d>
 62. Holick MF, Binkley NC, Bischoff-Ferrari HA, Gordon CM, Hanley DA, Heaney RP, et al. Evaluation, Treatment, and Prevention of Vitamin D Deficiency: an Endocrine Society Clinical Practice Guideline. *J Clin Endocrinol Metab* [Internet]. 2011 Jul 1 [cited 2021 Nov 8];96(7):1911–30. Available from:

- <https://academic.oup.com/jcem/article/96/7/1911/2833671>
63. Chang SW, Lee HC. Vitamin D and health - The missing vitamin in humans. *Pediatr Neonatol*. 2019 Jun 1;60(3):237–44.
 64. Das J, Salam RA, Mahmood S Bin, Moin A, Kumar R, Mukhtar K, et al. Food fortification with multiple micronutrients: impact on health outcomes in general population. *Cochrane Database Syst Rev* [Internet]. 2019 Dec 18 [cited 2021 Nov 8];2019(12). Available from: [/pmc/articles/PMC6917586/](#)
 65. Pilz S, März W, Cashman KD, Kiely ME, Whiting SJ, Holick MF, et al. Rationale and Plan for Vitamin D Food Fortification: A Review and Guidance Paper. *Front Endocrinol (Lausanne)* [Internet]. 2018 Jul 17 [cited 2021 Nov 8];9(JUL). Available from: [/pmc/articles/PMC6056629/](#)
 66. Cardwell G, Bornman JF, James AP, Black LJ. A Review of Mushrooms as a Potential Source of Dietary Vitamin D. *Nutrients* [Internet]. 2018 Oct 13 [cited 2021 Nov 8];10(10). Available from: [/pmc/articles/PMC6213178/](#)
 67. Schietzel S, Fischer K, Brugger P, Orav EJ, Renerts K, Gagesch M, et al. Effect of 2000 IU compared with 800 IU vitamin D on cognitive performance among adults age 60 years and older: a randomized controlled trial. *Am J Clin Nutr* [Internet]. 2019 Jul 1 [cited 2021 Sep 15];110(1):246–53. Available from: <https://academic.oup.com/ajcn/article/110/1/246/5509913>

Table – 1 Characteristics of samples/authors.

Author, year	Parents	Number of Participants	Sample Size/Age	Genre	
				Mas	Fem
Pettersen, 2017 (PETTERSEN, 2017)	Canada	142	n=82 high dose group: 56.7 ± 11.7 years low dose group: 52.6 ± 13.4 years	high dose group: 31% low dose group: 35%	high dose group: 69% low dose: 65%
Jorde, 2019 (JORDE <i>et al.</i> , 2019)	Norway	639	n=394 51.8 years	206	188
Dean, 2011 (DEAN <i>et al.</i> , 2011)	Australia	139	n= 128 21.8 ± 2.9 years	55	73
Rossom, 2012 (ROSSOM <i>et al.</i> , 2012)	U.S	4143	4122 71 years old	0	4122
Schietzel, 2019 (SCHIETZEL <i>et al.</i> , 2019)	Switzerland	273	226 70.3 ± 6.4 years	127	146

Zajac, 2020 (ZAJAC et al., 2020)	Australia	436	370 69.7 ± 6.6 years	181	189
Beauchet, 2019 (BEAUCHET et al., 2019)	France	241	40 71.2 ± 4.4 years	0	40
Castle, 2020 (CASTLE et al., 2020)	U.S	138	42 58 ± 6 years	0	42
Owusu, 2019 (OWUSU et al., 2019)	U.S	260	184 68.2 years	0	184

Table 2 - Characteristics of interventions/authors

Author, year	Supplementation time	Rating for the 25OHD level at the start of the intervention	Route of administration/vit D dose	Cognitive domains analyzed
Pettersen, 2017 (PETTERSEN, 2017)	18 weeks	Insufficient	Oral 1 tablet 400 IU/d 4 pcs 1,000 IU/d	Processing speed; Executive function; Verbal learning/memory; Executive function.
Jorde, 2019 (JORDE et al., 2019)	4 months	Deficient	Oral 20,000 IU/s	Short-term verbal and visual memory; Heads up.
Dean, 2011 (DEAN et al., 2011)	6 weeks	Adequate	Oral 5,000 IU/d	Executive function.
Rossom, 2012 (ROSSOM et al., 2012)	84 months	Deficient/Insufficient	Oral 400 IU/d	General cognitive function; Attention and working memory; Verbal memory.

Schietzel, 2019 (SCHIETZEL et al., 2019)	24 months	Deficient	Oral 2,000 IU/d 800 IU/d	Global Cognition; Executive functions; Learning/memory.
Zajac, 2020 (ZAJAC et al., 2020)	6 months	Adequate	Oral (pill or diet) 600 IU/d	Processing speed; Reaction/attention time; verbal and spatial working memory; Overall memory quality.
Beauchet, 2019 (BEAUCHET et al., 2019)	3 months	Deficient	Oral Fortified yogurt with 200 IU/2x d	Heads up; Processing speed; verbal memory; Heads up; Executive function.
Castle, 2020 (CASTLE et al., 2020)	12 months	Insufficient	Oral 600 IU/d 2,000 IU/d 4,000 IU/d	Executive functioning; Learning/memory; Heads up; General cognitive ability.

Owusu, 2019 (OWUSU et al., 2019)	36 months	Insufficient	Oral 2400 IU/d 3600 IU/d 4,800 IU/d	General cognitive function.
--	-----------	--------------	--	-----------------------------

Table 3 - Measurement characteristics and outcomes/authors.

Author, year	Measurement		Results of Vitamin D on Cognitive domains
	Vitamin D	Cognitive domains	
Pettersen, 2017 (PETTERSEN, 2017)	High performance liquid chromatography mass spectrometry.	Symbol Digit Modalities Test (SDTM); Phonemic (Verbal) Fluency (VF); Verbal Recognition Memory (VRM); One-Touch Stockings of Cambridge (OTS).	For 25(OH)D, the high dose (GDE) and low dose (GBD) groups presented ↑. GDE from 63.5 nmol/L to 130 nmol/L (p=0.0001) and GBD from 25.4 nmol/L to 85.9 nmol/L (p=0.0001). Δ significantly higher in DGE compared to GBD (p= 0.0001). In the cognitive domain, GBD compared to DGE significantly improved verbal memory (p=0.018 and d=0.39). In the subgroup of vit D insufficiency at baseline, the GBD compared to the GD, showed a trend towards improvement in verbal memory (p= 0.054 and d= 0.39), but without significance (p= 0.09 and d= 0.47).

Jorde, 2019 (JORDE et al., 2019)	Liquid chromatography – mass spectrometry in tandem.	Short term verbal and visual memory: Verbal recall; The Digit Symbol-Coding Test.	For 25(OH)D, the intervention group presented ↑ significantly from 32.8 ± 11.2 nmol/L to 88.9 ± 19.1 nmol/L, $\Delta 56.1 \pm 22.2$ p= 0.001. Placebo had ↓ from 35.3 ± 13.8 nmol/L to 30.8 ± 9.4 nmol/L, $\Delta -4.5 \pm 13.1$. There was no significant difference between groups in Δ on any of the cognitive tests.
Dean, 2011 (DEAN et al., 2011)	Tandem mass spectrometry.	Stop signal task.	For 25OHD, the intervention group had a ↑ mean of 76.2 nmol/L to 98.0 nmol/L. In the placebo group, there was no difference. There was no change in any of the outcome measures.
Rossom, 2012 (ROSSOM et al., 2012)	Chemiluminescent immunoassay.	Modified Mini-mental State Examination; Digit Span Forward and Backward Test; California Verbal Learning Test.	Baseline 25(OH)D levels did not differ between the treatment and placebo groups (respectively: 20.0 ± 8.8 ng/mL and 19.2 ± 8.4 ng/mL; p=0.36). There was no significant difference in domain- specific cognitive scores between groups.

Schietzel, 2019 (SCHIETZEL et al., 2019)	Ultra-Performance Liquid Chromatography/Mass Spectrometry.	Mini-mental State Examination; Trail making test B, Stroop Word Color Interference, Digit Span Forwards and Backwards, Verbal Fluency, 5-point Test of Design Fluency; Rey-15 item Test, Rey Auditory Verbal Learning Test, and The Rey Visual design Learning Test.	The 2000 IU/d group had higher concentrations of 25(OH)D ($\Delta 7.6$ ng/mL with $p < 0.0001$) and ↓ scores for MMSE compared to the 800 IU/d group (27.8 vs 28.1 with $p = 0.05$). There was no significant change over the 24 months in the 2000 ($p = 0.17$) and 800 ($p = 0.90$) groups. Likewise, the other outcomes did not differ. Mean 25(OH)D levels ↓ over the 24 weeks ($p \leq 0.01$). Interaction effect of the placebo group vs the group that received vit D2, pointed out that this one showed decline – negative and + slow ($p = 0.47$). General weather effects improved performance in all domains except memory quality. There was an interaction effect only on verbal working memory ($p = 0.04$).
Zajac, 2020 (ZAJAC et al., 2020)	High performance liquid chromatography and tandem mass spectroscopy.	CSIRO Cognitive Assessment Battery (C-CAB)	

Beauchet, 2019
(BEAUCHET et
al., 2019)

radioimmunoassay

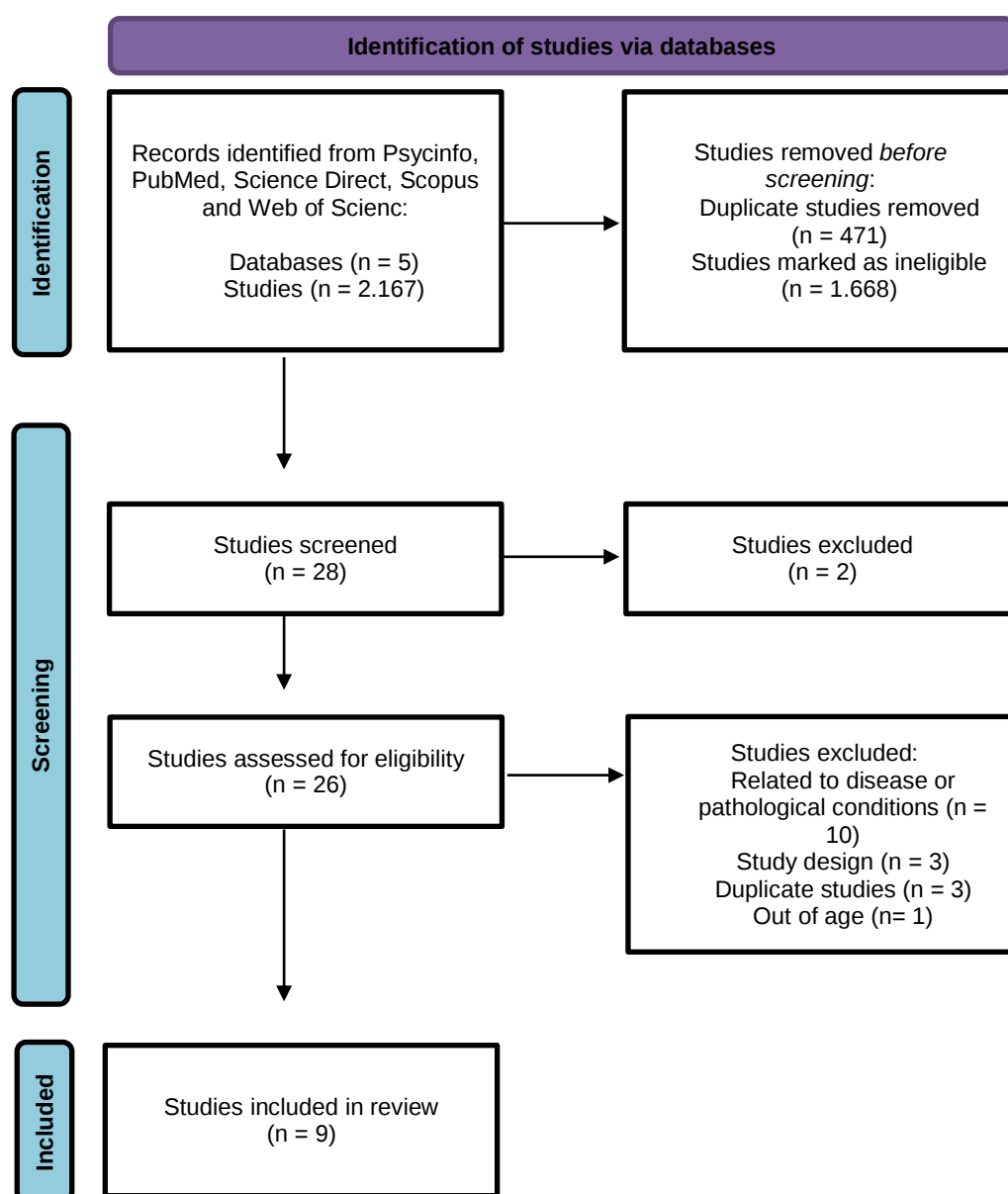
Mini-mental State Examination;
Trail Making Test parts A and B;
Direct and Indirect Digit Span Escore;
Stroop Test.

25(OH)D did not differ between groups ($p=0.221$) at the start of the intervention. At the end, the intervention group (GI) showed $\uparrow$ compared to the control ($p \leq 0.001$).

The GI obtained $>$ MMSE escore compared to the control 28.5 ± 0.9 vs 27.1 ± 1.9 ($p=0.010$). In the MMSE there was a significant Δ intergroup coefficient of variation ($p= 0.022$), with a escore of $\uparrow$ in the GI. In TMTB, the GI $\downarrow$ performance throughout the intervention (106 ± 32.1 vs 88.8 ± 25.2 with $p = 0.035$).

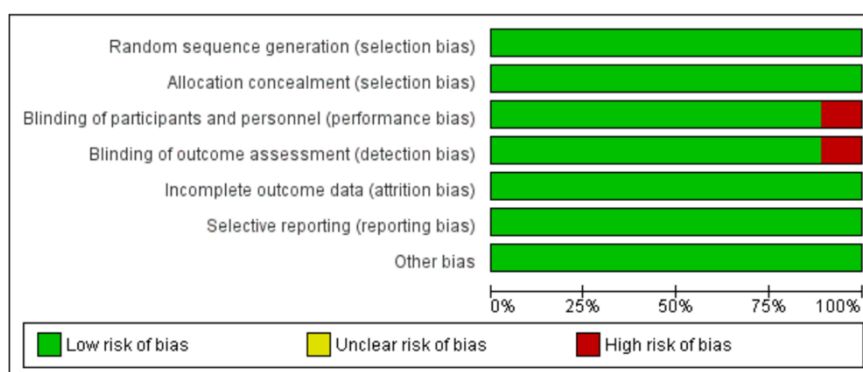
Castle, 2020 (CASTLE et al., 2020)	radioimmunoassay	Stocking of Cambridge and Intra/extra- bidimensional Set Shift; Paired Associates Learning; Reaction time; Cambridge Neurological Test Automated Battery – CANTAB and National Adult Reading Test.	No participant had 25(OH)D level < 20ng/mL after the intervention and all groups (600, 2000 and 4000) ↑ ~14%, 32% and 50% (p<0.01). The 2000 UI/d group presented ↑ performance in relation to the others in the PAL test (p<0.05). The 600 vs 4,000 IU/d group obtained ↑ result in the IED (< 0.05) and in the RTI (p< 0.01). In the simple and complex RTI, the highest vit D groups had ↓ result compared to 600 IU/d (p<0.01).
Owusu, 2019 (OWUSU et al., 2019)	Liquid chromatography and quantitative mass spectrometry	Mini-mental States Examination.	MMSE escores increased in both groups (p=<0.001), however the difference between them was not statistically significant.

Figure 1 – Flowchart of identification of studies via databases.



From: Page MJ, McKenzie JE, Bossuyt PM, Boutron I, Hoffmann TC, Mulrow CD, et al. The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. BMJ 2021;372:n71. doi: 10.1136/bmj.n71.

Figure 2 – Risk of bias graph.



Risk of bias graph: review authors' judgements about each risk of bias item presented as percentages across all included studies.

Figure 3 – Risk of bias summary

	Random sequence generation (selection bias)	Allocation concealment (selection bias)	Blinding of participants and personnel (performance bias)	Blinding of outcome assessment (detection bias)	Incomplete outcome data (attrition bias)	Selective reporting (reporting bias)	Other bias
Beauchet, 2019	+	+	+	+	+	+	+
Castle, 2020	+	+	+	+	+	+	+
Dean, 2011	+	+	+	+	+	+	+
Jorde, 2019	+	+	+	+	+	+	+
Owusu, 2019	+	+	+	+	+	+	+
Pettersen, 2017	+	+	+	+	+	+	+
Rossom, 2012	+	+	+	+	+	+	+
Schietzel, 2019	+	+	+	+	+	+	+
Zajac, 2020	+	+	+	+	+	+	+

Risk of bias summary: review authors' judgements about each risk of bias item for each included study.

APÊNDICE C – QUESTIONÁRIO SOCIODEMOGRÁFICO

Questionário sociodemográfico

CÓD: _____

Identificação do responsável pela criança
Nome: _____ Idade: _____ Grau de parentesco: _____ Data: _____ Escolaridade: _____
Identificação da criança Nome: _____ Data de nascimento: _____ _____/_____/_____ Sexo: Masculino () Feminino () Nacionalidade: _____ Endereço: _____ _____ _____ Escolaridade: _____ Etnia: _____ TIPO DE PELE: (I) Muito clara, sempre queima, nunca bronzeia (II) Clara, sempre queima, algumas vezes bronzeia (III) Menos clara, algumas vezes queima, sempre bronzeia (IV) Morena clara, raramente queima, sempre bronzeia (V) Morena escura, nunca queima, sempre bronzeia (VI) Negra, nunca queima, sempre bronzeia Estado civil dos pais: Pai Casado () União estável com a mãe da criança () Solteiro () Divorciado () Viúvo () Casado com outra pessoa () Em união estável com outra pessoa ()

Mãe

Casada () União estável com o pai da criança ()

Solteira ()

Divorciada () Viúva () Casada com outra pessoa ()

Em união estável com outra pessoa ()

Agregado familiar da criança:

A criança tem irmãos? SIM () NÃO ()

Caso tenha, indique as suas idades: _____

Histórico de saúde da criança

Tipagem sanguínea: _____

Tabagista: SIM () NÃO ()

Etilista: SIM () NÃO ()

Alguma doença crônica: SIM () NÃO ()

Qual? _____

Utiliza algum tipo de medicamento? SIM () NÃO () Qual?

Usa algum tipo de medicamento com corticoide?

SIM () NÃO () Qual? _____

Usa algum tipo de polivitamínico?

SIM () NÃO () Qual? _____

Usa medicamento que contenha ácido fólico?

SIM () NÃO () Qual? _____

Pratica atividade física?

SIM () NÃO () Qual? _____

Questionário Socioeconômico

Quantas pessoas moram na casa da criança? (Incluindo irmãos, parentes e amigos?)

() Moro sozinho

() 1 a 3 pessoas

() 4 a 7 pessoas

☐ 8 a 10 pessoas ☐ Mais de 10 pessoas

A casa onde a criança mora é:

☐ Própria ☐ Alugada ☐ Cedida

Sua casa está localizada em:

☐ Zona rural ☐ Zona urbana ☐ Comunidade
indígena

☐ Comunidade quilombola

Qual o nível de escolaridade do pai da criança?

- ☐ 1ª à 4ª série do ensino fundamental (antigo primário)
- ☐ 5ª à 8ª série do ensino fundamental (antigo ginásio)
- ☐ Ensino médio (antigo 2º grau)
- ☐ Ensino superior
- ☐ Especialização
- ☐ Não estudou
- ☐ Não sei

Qual o nível de escolaridade da mãe da criança?

- ☐ 1ª à 4ª série do ensino fundamental (antigo primário)
- ☐ 5ª à 8ª série do ensino fundamental (antigo ginásio)
- ☐ Ensino médio (antigo 2º grau)
- ☐ Ensino superior
- ☐ Especialização
- ☐ Não estudou
- ☐ Não sei

Somando a renda das pessoas que moram com a criança, quanto é, aproximadamente, a renda da família?

- ☐ Nenhuma renda
- ☐ Até 1 salário mínimo (até R\$ 678,00).
- ☐ De 1 a 3 salários mínimos (de R\$ 678,01 até R\$ 2.034,00) .

- () De 3 a 6 salários mínimos (de R\$ 2.034,01 até R\$ 4.068,00).
- () De 6 a 9 salários mínimos (de R\$ 4.068,00 até R\$ 6.102,00).
- () De 9 a 12 salários mínimos (de R\$ 6.102,00 até R\$ 8.136,00).
- () De 12 a 15 salários mínimos (de R\$ 8.136,01 até R\$ 10.170,00).
- () Mais de 15 salários mínimos (de R\$ 10.170,01).

ANEXO A - TCLE

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO

CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE

PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM NEUROPSIQUIATRIA E CIÊNCIAS DO
COMPORTAMENTO**TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO
(PARA RESPONSÁVEL LEGAL PELO MENOR DE 18 ANOS)**

Solicitamos a sua autorização para convidar o (a) seu/sua filho (a)_____ {ou menor que está sob sua responsabilidade} para participar, como voluntário (a), da pesquisa NÍVEIS SÉRICOS DE VITAMINA D, PARÂMETROS ANTROPOMÉTRICOS E ASPECTOS NEUROMOTORES EM CRIANÇAS DE 7 A 11 ANOS EM ESCOLAS MUNICIPAIS DA VITÓRIA DE SANTO ANTÃO - PE. Esta pesquisa é da responsabilidade do (a) pesquisador (a) Ana Beatriz Januário da Silva, Rua Alcides Bulhões 59 A, São Vicente de Paulo, Vitória de Santo Antão – PE, CEP 55604290. +55(81)99963-6136. Também participam dessa pesquisa os pesquisadores Waleska Maria Almeida Barros e Viviane de Oliveira Nogueira Souza Telefones para contato: +55(81)99192-3812 +55(81)98760-4672 e está sob a orientação de: Claudia Jacques Lagranha Telefone: +55(81)99646-4775, e-mail claudia.lagranha@ufpe.br.

O/a Senhor/a será esclarecido (a) sobre qualquer dúvida a respeito da participação dele/a na pesquisa. Apenas quando todos os esclarecimentos forem dados e o/a Senhor/a concordar que o (a) menor faça parte do estudo, pedimos que rubrique as folhas e assine ao final deste documento, que está em duas vias.

Uma via deste termo de consentimento lhe será entregue e a outra ficará com o pesquisador responsável. O/a Senhor/a estará livre para decidir que ele/a participe ou não desta pesquisa. Caso não aceite que ele/a participe, não haverá nenhum problema, pois desistir que seu filho/a participe é um direito seu. Caso não concorde, não haverá penalização para ele/a, bem como será possível retirar o consentimento em qualquer fase da pesquisa, também sem nenhuma penalidade.

INFORMAÇÕES SOBRE A PESQUISA:

Verificar os níveis de vitamina D no sangue e possível associação com a força muscular das mãos e a massa corporal, altura e circunferência da cintura de crianças. Será aplicado um questionário sobre questões sociais, de moradia e renda para registrar informações pessoais e clínicas e a aplicação de um questionário pra avaliar o desenvolvimento físico do corpo para identificar se a idade real da criança está parecida com a idade esperada pra ela. Nesse questionário é necessário apenas que a criança olhe a figura, em nenhum momento será nesse por parte do examinador. Em seguida, serão avaliados quanto aos níveis do sangue de vitamina D, avaliação física (equilíbrio, coordenação, velocidade em salto, movimentos para os lados e a força das mãos) e medidos o peso, altura e tamanho da cintura. Todas as etapas da pesquisa serão realizadas nas escolas ou Unidades Básicas de Saúde da cidade de Vitória de Santo Antão- PE que forem selecionadas e de maneira individual. Serão realizadas em dois dias com tempo médio de 20 minutos para cada indivíduo.

- **RISCOS:** Pra que a criança não fique com quando for ver as imagens pra dizer como é o corpo dela, somente profissionais e estudantes treinados vão estar nessa hora, haverá distância de 2 metros, e apenas serão realizadas perguntas para as crianças e/ou responsáveis, sem a necessidade de exame. Quando for tirar o sangue da criança pode acontecer da pele da criança na região ficar “roxa” e pra diminuir esse risco iremos pedir pra colocar gelo na região. Quando a psicóloga for fazer um teste pra verificar umas figuras será realizado numa sala apenas com a presença dela pra que a criança não fique com vergonha e mesmo o resultado só será repassado pra a criança e seu responsável. Quanto ao risco de quedas quando a criança for fazer os testes com os exercícios, pra que isso não ocorra, este será realizado em um chão que não escorregue, com luz adequada e com pouca roupa. Além disso, todas as atividades serão realizadas com a presença constante do profissional junto à criança durante os testes.
- **BENEFÍCIOS** diretos/indiretos para os voluntários: Além da criança ficar sabendo como está a sua saúde, o projeto irá reunir dados da vitamina D no sangue dessa população na cidade de Vitória de Santo Antão. Nós iremos ao final do estudo dar orientações pra que a criança se alimente melhor pra que tenha mais saúde, além de ser estimulada a prática de exercícios físicos.

Esclarecemos que os participantes dessa pesquisa têm plena liberdade de se recusar a participar do estudo e que esta decisão não acarretará penalização por parte dos pesquisadores. Todas as informações desta pesquisa serão confidenciais e serão divulgadas apenas em eventos ou publicações científicas, não havendo identificação dos voluntários, a não ser entre os responsáveis pelo estudo, sendo assegurado o sigilo sobre

a sua participação. Os dados coletados nesta pesquisa os dados coletados, questionário, mensurações, resultados de exames nesta pesquisa ficarão armazenados em computador pessoal, sob a responsabilidade do pesquisador Ana Beatriz Januário da Silva, no endereço Rua Alcides Bulhões, 59 A, São Vicente de Paulo, Vitória de Santo Antão - PE, pelo período de mínimo 5 anos.

O (a) senhor (a) não pagará nada e nem receberá nenhum pagamento para ele/ela participar desta pesquisa, pois deve ser de forma voluntária, mas fica também garantida a indenização em casos de danos, comprovadamente decorrentes da participação dele/a na pesquisa, conforme decisão judicial ou extra-judicial. Se houver necessidade, as despesas para a participação serão assumidas pelos pesquisadores (ressarcimento com transporte e alimentação).

Em caso de dúvidas relacionadas aos aspectos éticos deste estudo, o (a) senhor (a) poderá consultar o Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos da UFPE no endereço: **(Avenida da Engenharia s/n – Prédio do CCS - 1º Andar, sala 4 - Cidade Universitária, Recife-PE, CEP: 50740-600, Tel.: (81) 2126.8588 – e-mail: cephumanos.ufpe@ufpe.br).**

Assinatura do pesquisador (a)

CONSENTIMENTO DO RESPONSÁVEL PARA A PARTICIPAÇÃO DO/A VOLUNTÁRIO

Eu, _____, CPF _____, abaixo assinado, responsável por _____, autorizo a sua participação no estudo NÍVEIS SÉRICOS DE VITAMINA D, PARÂMETROS ANTROPOMÉTRICOS E ASPECTOS NEUROMOTORES EM CRIANÇAS DE 7 A 11 ANOS EM ESCOLAS MUNICIPAIS DA VITÓRIA DE SANTO ANTÃO - PE, como voluntário(a). Fui devidamente informado (a) e esclarecido (a) pelo (a) pesquisador (a) sobre a pesquisa, os procedimentos nela envolvidos, assim como os possíveis riscos e benefícios decorrentes da participação dele (a). Foi-me garantido que posso retirar o meu consentimento a qualquer momento, sem que isto leve a qualquer penalidade (ou interrupção de seu acompanhamento/ assistência/tratamento) para mim ou para o (a) menor em questão.

Local e data _____

Assinatura do (da) responsável: _____

Impress
ão

Presenciamos a solicitação de consentimento, esclarecimentos sobre a pesquisa e aceite do

voluntário em participar. 02 testemunhas (não ligadas à equipe de pesquisadores):

Nome:	Nome:
Assinatura:	Assinatura:

ANEXO B - TALE

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM NEUROPSIQUIATRIA E CIÊNCIAS DO
COMPORTAMENTO

TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO
(PARA MENORES DE 7 a 18 ANOS)

OBS: Este Termo de Assentimento para o menor de 7 a 18 anos não elimina a necessidade da elaboração de um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido que deve ser assinado pelo responsável ou representante legal do menor.

Convidamos você _____, após autorização dos seus pais [ou dos responsáveis legais] para participar como voluntário (a) da pesquisa: NÍVEIS SÉRICOS DE VITAMINA D, PARÂMETROS ANTROPOMÉTRICOS E ASPECTOS NEUROMOTORES EM CRIANÇAS DE 7 A 11 ANOS EM ESCOLAS MUNICIPAIS DA VITÓRIA DE SANTO ANTÃO - PE. Esta pesquisa é da responsabilidade do (a) pesquisador (a) Ana Beatriz Januário da Silva, Rua Alcides Bulhões 59 A, São Vicente de Paulo, Vitória de Santo Antão – PE, CEP 55604290. +55(81)99963-6136. Também participam dessa pesquisa os pesquisadores Waleska Maria Almeida Barros e Viviane de Oliveira Nogueira Souza Telefones para contato: +55(81)99192-3812 +55(81)987604672 e está sob a orientação de: Claudia Jacques Lagranha Telefone: +55(81)99646-4775, e-mail claudia.lagranha@ufpe.br.

Você será esclarecido (a) sobre qualquer dúvida com o responsável por esta pesquisa. Apenas quando todos os esclarecimentos forem dados e você concorde com a realização do estudo, pedimos que rubrique as folhas e assine ao final deste documento, que está em duas vias. Uma via deste termo lhe será entregue para que seus pais ou responsável possam guardá-la e a outra ficará com o pesquisador responsável.

Você estará livre para decidir participar ou recusar-se. Caso não aceite participar, não haverá nenhum problema, desistir é um direito seu. Para participar deste estudo, um responsável por você deverá autorizar e assinar um Termo de Consentimento, podendo retirar esse consentimento ou interromper a sua participação em qualquer fase da pesquisa, sem nenhum prejuízo.

INFORMAÇÕES SOBRE A PESQUISA:

Nessa pesquisa você fará exame de sangue para saber a quantidade de Vitamina D do seu organismo, também será medida a força do seu braço, o peso do seu corpo, sua altura e o tamanho da sua cintura. Além disso, iremos fazer algumas perguntas pra saber sobre a sua saúde. Iremos ver também o desenvolvimento físico do seu corpo, através de algumas imagens para você mostrar como é o seu corpo. Após isso, iremos pedir pra você fazer algumas atividades físicas para vermos o seu equilíbrio, a coordenação, a velocidade quando pula exercícios para os lados. Todas as etapas da pesquisa serão realizadas nas escolas ou Unidades Básicas de Saúde da cidade de Vitória de Santo Antão- PE que forem selecionadas e de maneira individual por atividade. Serão realizadas em dois dias com tempo médio de 20 minutos para cada indivíduo.

- **RISCOS:** Pra que você não fique com vergonha quando for ver as imagens pra dizer como é o seu corpo, somente profissionais e estudantes treinados vão estar nessa hora, haverá distância de 2 metros, e apenas serão realizadas perguntas para as crianças e/ou responsáveis, sem a necessidade de exame. Quando for tirar o seu sangue pode acontecer da sua pele na região ficar “roxa” e pra diminuir esse risco iremos pedir pra colocar gelo na região. Quando a psicóloga for fazer um teste pra verificar umas figuras será realizado numa sala apenas com a presença dela pra que você não fique com vergonha e mesmo o resultado só será repassado pra você e seu responsável. Quanto ao risco de quedas quando você for fazer os testes com os exercícios, pra que isso não ocorra, você fará esse teste em um chão que não escorregue, com luz adequada e com pouca roupa. Além disso, todas as atividades serão realizadas com a presença constante do profissional junto a você durante os testes.

- **BENEFÍCIOS** diretos/indiretos para os voluntários: Além de você ficar sabendo como está a sua saúde, o projeto irá reunir dados da vitamina D no sangue dessa população na cidade de Vitória de Santo Antão. Nós iremos ao final do estudo dar orientações pra que você se alimente melhor pra que você tenha mais saúde.

Esclarecemos que os participantes dessa pesquisa têm plena liberdade de se recusar a participar do estudo e que esta decisão não acarretará penalização por parte dos pesquisadores. Todas as informações desta pesquisa serão confidenciais e serão divulgadas apenas em eventos ou publicações científicas, não havendo identificação dos voluntários, a não ser entre os responsáveis pelo estudo, sendo assegurado o sigilo sobre a sua participação. Os dados coletados nesta pesquisa os dados coletados, questionário, mensurações, resultados de exames nesta pesquisa ficarão armazenados em computador pessoal, sob a responsabilidade do pesquisador Ana Beatriz Januário da Silva, no

endereço Rua Alcides Bulhões, 59 A, São Vicente de Paulo, Vitória de Santo Antão - PE, pelo período de mínimo 5 anos.

Nem você e nem seus pais [ou responsáveis legais] pagarão nada para você participar desta pesquisa, também não receberão nenhum pagamento para a sua participação, pois é voluntária. Se houver necessidade, as despesas (deslocamento e alimentação) para a sua participação e de seus pais serão assumidas ou ressarcidas pelos pesquisadores. Fica também garantida indenização em casos de danos, comprovadamente decorrentes da sua participação na pesquisa, conforme decisão judicial ou extra-judicial.

Este documento passou pela aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos da UFPE que está no endereço: **(Avenida da Engenharia s/n – 1º Andar, sala 4 - Cidade Universitária, Recife-PE, CEP: 50740-600, Tel.: (81) 2126.8588 – e-mail: cephumanos.ufpe@ufpe.br).**

Assinatura do pesquisador (a)

ASSENTIMENTO DO(DA) MENOR DE IDADE EM PARTICIPAR COMO VOLUNTÁRIO(A)

Eu, _____, portador (a) do documento de Identidade _____ (se já tiver documento), abaixo assinado, concordo em participar do estudo NÍVEIS SÉRICOS DE VITAMINA D, PARÂMETROS ANTROPOMÉTRICOS E ASPECTOS NEUROMOTORES EM CRIANÇAS DE 7 A 11 ANOS EM ESCOLAS MUNICIPAIS DA VITÓRIA DE SANTO ANTÃO - PE, como voluntário (a). Fui informado (a) e esclarecido (a) pelo (a) pesquisador (a) sobre a pesquisa, o que vai ser feito, assim como os possíveis riscos e benefícios que podem acontecer com a minha participação. Foi-me garantido que posso desistir de participar a qualquer momento, sem que eu ou meus pais precise pagar nada.

Local e data _____

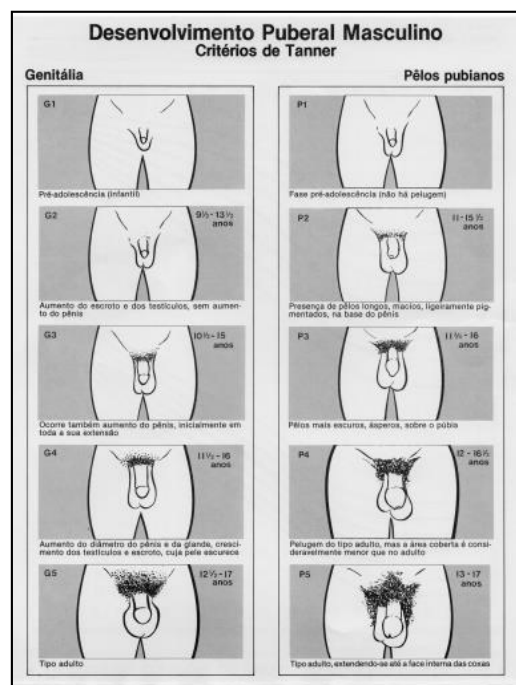
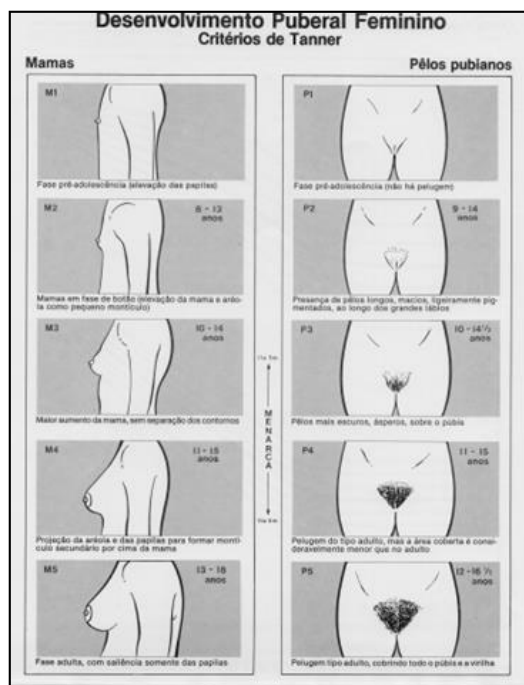
Assinatura do (da) menor: _____

Presenciamos a solicitação de assentimento, esclarecimentos sobre a pesquisa e aceite do/a voluntário/a em participar. 02 testemunhas (não ligadas à equipe de pesquisadores):

Nome:	Nome:
Assinatura:	Assinatura:

ANEXO C – ESCALA DE TANNER

Escala de Tanner:



ANEXO D – FICHA PARA O KTK

Ficha de coleta de dados do teste KTK

Nome:

Sexo:

Data de nascimento: ____/____/____ Data da avaliação: ____/____/____

Equilíbrio na trave

Trave	1	2	3	Soma
6,0 cm				
4,5 cm				
3,0 cm				
Total				
QM1				

Salto monopodal

Altura	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	Soma
Direita														
Esquerda														
Total														
QM2														

Salto lateral

Saltar 15 segundos	1	2	Soma
Total			
QM3			

Transferência de plataforma

Saltar 20 segundos	1	2	Soma
Total			
QM3			

Soma de QM1 até QM4: _____

Total de QM: _____

Classificação: _____

Avaliador(a):

Data: ____/____/____

ANEXO E – TABELA DA TAREFA EQUILÍBRIO NA TRAVE

Tabela para a tarefa de Equilíbrio na trave (Masculino e Feminino).

Idade Escore	5,0 - 5,11	6,0 - 6,11	7,0 - 7,11	8,0 - 8,11	9,0 - 9,11	10,0 - 10,11	11,0 - 11,11	12,0 - 12,11	13,0 - 14,11
0	65	60	54	49	45	41	36	31	27
1	66	62	55	50	46	42	37	32	28
2	68	63	57	51	47	43	38	33	29
3	70	64	58	52	49	44	40	34	30
4	72	65	59	53	50	45	41	35	32
5	73	66	60	54	51	47	42	36	33
6	74	67	61	55	52	48	43	37	34
7	75	68	62	56	53	49	44	38	35
8	76	69	63	57	54	50	45	39	36
9	78	70	64	58	55	51	47	40	37
10	79	72	65	59	56	52	48	41	38
11	80	73	66	60	57	53	49	43	39
12	81	74	68	61	58	54	50	44	40
13	82	75	69	62	59	55	51	45	42
14	84	76	70	63	60	56	52	46	43
15	85	78	71	64	61	58	53	47	44
16	86	79	72	65	62	59	54	48	45
17	87	80	73	67	63	60	56	49	46
18	88	81	74	68	64	62	57	50	47
19	89	82	75	69	65	63	58	51	48
20	91	83	76	70	66	64	59	52	49
21	92	84	78	71	67	65	60	52	50
22	93	85	79	72	68	66	61	53	51
23	94	87	80	73	69	67	63	54	52
24	95	88	81	74	70	68	64	56	53
25	97	89	82	75	71	69	65	57	54
26	98	90	83	76	72	70	66	59	56
27	99	91	84	77	74	72	68	61	58
28	100	92	85	79	75	73	69	62	60
29	101	93	86	80	76	74	70	63	61
30	103	95	88	81	77	76	71	64	63
31	104	96	89	82	78	77	72	66	64
32	105	97	90	83	79	77	73	67	65
33	106	98	91	84	80	78	75	69	67
34	107	99	92	85	81	79	76	70	68
35	109	100	93	86	82	80	77	72	70
36	110	102	94	87	84	81	78	73	71
37	111	103	95	88	85	82	79	74	72

38	112	104	96	90	86	83	80	75	73
39	113	105	97	91	87	84	82	77	75
40	115	106	99	92	88	85	83	78	76
41	116	107	100	93	89	87	84	79	77
42	117	108	101	94	90	88	85	81	78
43	118	110	102	95	91	90	86	82	80
44	120	111	103	96	92	91	88	84	82
45	121	112	104	97	93	92	89	85	83
46	122	113	105	98	94	93	90	86	84
47	123	114	106	99	95	93	91	88	85
48	124	115	107	100	96	94	92	89	87
49	125	117	109	102	97	95	93	91	88
50	127	118	110	103	98	96	95	92	90
51	128	119	111	104	99	97	96	93	91
52	129	120	112	105	100	98	97	95	92
53	130	121	113	106	101	99	98	96	94
54	131	122	114	107	103	100	99	97	95
55	132	124	115	108	104	101	101	99	96
56	133	125	116	109	105	102	102	100	98
57	134	126	117	110	106	103	103	102	99
58	135	128	119	111	107	104	104	103	100
59	136	129	120	112	108	105	105	104	102
60	137	130	121	114	109	106	106	106	103
61	138	131	122	115	110	107	108	107	105
62	139	132	123	116	111	108	109	109	106
63	140	133	124	117	112	109	110	110	107
64	141	134	125	118	113	110	111	111	109
65	142	135	126	119	114	111	112	113	110
66	143	137	128	120	115	112	113	114	111
67	144	138	129	121	116	114	115	115	113
68	145	139	130	122	117	116	116	117	114
69		140	131	123	118	117	117	118	115
70		141	132	124	119	118	118	120	117
71		142	133	125	121	119	119	121	118
72		143	134	126	122	121	121	122	119

ANEXO F – TABELA DA TAREFA SALTO MONOPEDAL

Tabela para a tarefa de Salto monopedal (Masculino) .

Idade Escore	5,0 - 5,11	6,0 - 6,11	7,0 - 7,11	8,0 - 8,11	9,0 - 9,11	10,0 - 10,11	11,0 - 11,11	12,0 - 12,11	13,0 - 14,11
0	77	75	62	52	48	41	27	21	10
1	79	76	63	53	49	42	28	22	11
2	80	77	64	54	50	43	29	23	12
3	82	78	65	55	51	44	30	24	13
4	83	79	66	56	52	45	31	25	14
5	85	80	68	57	53	46	32	26	15
6	87	81	69	58	54	47	33	27	16
7	89	82	70	60	55	48	34	28	17
8	91	83	71	61	56	49	35	29	18
9	93	84	72	62	57	50	36	30	19
10	94	85	73	63	58	51	37	31	20
11	96	86	74	64	59	51	38	32	21
12	98	88	75	65	60	52	39	34	22
13	99	89	77	66	61	53	40	35	23
14	101	90	78	67	62	54	41	36	24
15	103	91	79	68	63	55	42	37	25
16	104	92	80	69	64	56	43	38	26
17	106	93	81	70	65	57	44	39	27
18	108	94	82	71	66	58	45	40	28
19	110	95	83	72	67	59	46	41	29
20	112	96	84	73	68	60	47	42	30
21	113	97	85	74	69	61	48	43	31
22	115	98	86	75	70	62	49	45	32
23	116	99	87	76	71	63	50	46	33
24	118	100	88	77	72	64	51	47	34
25	120	101	90	78	73	66	52	48	35
26	122	102	91	79	74	67	53	49	36
27	124	103	92	80	75	68	54	50	37
28	125	104	93	82	76	69	56	51	38
29	127	105	94	83	77	70	57	53	39
30	128	106	95	84	78	71	58	54	40
31	129	108	96	85	79	72	59	55	41
32	130	109	97	86	80	73	60	56	42
33	132	110	98	87	81	74	62	58	43
34	133	111	100	88	82	75	63	59	44
35	134	112	101	89	83	76	64	60	45
36	135	113	102	90	84	77	65	61	46

37	135	114	103	91	85	78	67	63	47
38	136	115	104	92	86	79	68	64	48
39	137	116	105	93	87	80	69	65	49
40	137	117	106	94	88	81	71	66	50
41	138	118	107	95	88	82	72	67	51
42	139	119	108	97	89	83	73	68	52
43	140	120	109	98	90	84	74	70	53
44	141	121	111	99	91	85	76	71	54
45	142	122	112	100	92	86	77	72	55
46	143	124	113	101	93	87	78	74	56
47	145	125	114	102	94	88	80	75	57
48	146	126	115	103	95	89	81	77	58
49	147	127	116	104	96	90	82	78	59
50	148	128	117	105	97	91	83	79	61
51	149	129	118	106	98	92	85	80	63
52	150	130	119	107	99	93	86	82	64
53		131	121	108	100	94	87	83	66
54		132	122	109	101	95	89	84	68
55		133	123	110	102	96	90	85	70
56		134	124	111	103	97	91	87	72
57		135	125	113	104	98	92	88	74
58		136	126	114	105	99	94	89	76
59		137	127	115	106	100	95	91	77
60		138	128	116	107	101	96	92	79
61		139	129	117	108	102	98	93	81
62		140	130	118	109	103	99	94	83
63		141	132	119	110	104	100	96	85
64		142	133	120	111	105	101	97	86
65		143	134	121	112	106	103	98	88
66		144	135	122	113	107	104	99	90
67		145	136	123	114	109	105	101	92
68		146	137	124	115	110	107	102	93
69		147	138	125	116	111	108	103	95
70		148	139	127	117	112	109	104	97
71		149	140	128	118	113	110	106	99
72		150	141	129	119	114	112	107	101
73			142	130	120	115	113	108	103
74			143	131	121	116	114	110	104
75			144	132	122	117	116	111	106
76			145	133	123	118	117	112	108
77			146	134	124	119	118	113	110
78			147	135	125	120	119	115	111

ANEXO G - TABELA DA TAREFA SALTO LATERAL

Tabela para a tarefa de Salto lateral (Masculino)

Idade Escore	5,0 - 5,11	6,0 - 6,11	7,0 - 7,11	8,0 - 8,11	9,0 - 9,11	10,0 - 10,11	11,0 - 11,11	12,0 - 12,11	13,0 - 14,11
0	54	50	47	43	37	29	24	20	16
1	55	51	48	44	38	30	25	21	17
2	56	52	49	45	39	31	26	22	18
3	57	53	50	46	40	32	27	24	19
4	58	54	52	47	41	33	29	25	20
5	60	55	53	48	42	34	30	26	21
6	61	57	55	49	43	35	31	27	23
7	62	59	56	50	44	36	32	28	24
8	63	60	57	51	45	37	33	30	25
9	65	62	59	52	46	38	34	31	26
10	66	64	60	53	47	39	35	32	27
11	67	66	62	55	48	40	36	33	28
12	70	67	63	56	49	41	37	35	29
13	72	69	64	57	50	42	38	36	30
14	74	70	65	59	52	43	40	37	31
15	76	72	67	60	53	44	41	38	32
16	78	74	68	61	55	45	42	39	33
17	80	76	70	63	57	46	43	40	34
18	83	77	72	64	58	47	44	41	35
19	85	78	74	65	60	48	46	42	36
20	87	80	75	67	62	49	47	43	37
21	89	82	77	68	64	50	48	45	38
22	92	84	78	70	65	52	49	46	39
23	95	86	80	71	67	53	50	47	40
24	97	88	81	72	69	54	51	48	42
25	99	89	83	73	70	56	52	49	43
26	101	90	84	75	72	57	53	50	44
27	103	93	86	76	73	58	55	51	45
28	106	96	87	77	74	59	56	52	46
29	108	97	89	78	76	61	57	53	47
30	110	98	90	80	77	62	58	54	48
31	112	100	92	81	78	63	59	55	49
32	115	101	93	82	79	65	61	56	50
33	117	102	95	83	80	66	62	57	51
34	120	103	96	85	81	67	63	58	52
35	122	104	98	86	82	68	64	59	54
36	125	106	99	87	84	70	66	60	55
37	127	107	101	89	85	71	67	61	57

38	129	108	102	90	86	72	68	62	58
39	131	109	104	91	87	74	69	63	59
40	134	110	105	92	88	75	71	64	60
41	136	112	107	94	89	76	72	65	61
42	138	113	108	95	90	77	73	66	63
43	139	114	110	96	92	79	75	67	64
44	140	115	111	98	93	80	76	68	66
45	141	116	113	99	94	81	77	69	67
46	142	118	114	100	95	83	78	70	68
47	143	119	116	102	96	84	80	72	69
48	144	120	117	103	97	85	81	73	70
49	145	122	119	104	98	87	82	75	71
50		123	120	105	100	88	84	76	73
51		124	122	107	101	89	85	78	74
52		125	123	108	102	90	86	79	76
53		126	124	109	103	92	88	80	77
54		127	125	111	104	93	89	81	79
55		128	126	112	105	94	90	83	80
56		130	127	113	106	96	91	84	81
57		132	128	114	108	97	93	85	83
58		133	129	116	109	98	94	87	85
59		135	130	117	110	99	95	88	86
60		136	131	119	111	101	97	89	88
61		137	132	120	112	102	98	91	89
62		139	133	121	113	103	99	92	91
63		140	135	123	114	105	100	94	92
64		141	136	124	115	106	102	95	93
65		143	137	125	117	107	103	96	95
66		144	139	126	118	109	104	98	96
67		145	140	127	119	110	106	99	98
68			141	129	120	111	107	100	99
69			142	131	121	112	108	102	101
70			143	131	123	114	109	103	103
71			144	132	124	115	110	104	104
72			145	134	125	116	112	106	105
73				135	126	118	113	107	107
74				136	127	119	115	109	108
75				138	129	120	116	110	109
76				139	130	121	117	111	110
77				141	131	123	118	113	112
78				142	132	124	120	114	113
79				143	133	125	121	115	114
80				144	134	127	122	117	116
81				145	135	128	123	118	117
82					136	129	125	119	118

ANEXO H - TABELA DA TAREFA TRANSFERÊNCIA SOBRE PLATAFORMA

Tabela para a tarefa de Transferência sobre plataforma (Masculino e Feminino).

Idade Escore	5,0 - 5,11	6,0 - 6,11	7,0 - 7,11	8,0 - 8,11	9,0 - 9,11	10,0 - 10,11	11,0 - 11,11	12,0 - 12,11	13,0 - 14,11
0	50	44	39	35	31	27	23	20	16
1	51	45	40	36	32	28	24	21	18
2	52	46	41	37	33	29	26	22	19
3	53	47	42	38	34	31	27	24	20
4	54	48	43	39	35	32	28	25	21
5	55	49	45	40	36	33	29	26	23
6	56	50	46	42	38	34	31	27	24
7	58	51	47	43	39	36	32	28	25
8	60	52	48	44	40	37	33	29	26
9	62	53	49	45	41	38	34	30	27
10	65	54	50	46	42	39	35	32	28
11	67	55	51	47	43	40	36	33	29
12	69	57	53	48	45	41	37	34	30
13	70	60	54	49	46	42	38	35	32
14	73	62	55	50	47	43	39	36	33
15	75	63	57	51	48	44	40	37	34
16	78	64	58	52	49	46	41	38	35
17	80	65	59	53	50	47	42	39	36
18	82	68	60	54	51	48	44	40	37
19	84	71	62	56	52	49	45	41	38
20	86	73	65	57	54	50	46	42	39
21	89	75	67	58	55	52	47	43	40
22	91	77	69	60	56	54	48	45	42
23	93	80	72	61	58	56	49	46	43
24	95	82	74	63	60	58	50	47	44
25	97	85	76	66	62	60	53	48	45
26	99	87	79	69	64	62	55	49	46
27	102	90	81	71	67	64	57	50	48
28	104	92	84	74	69	66	59	52	49
29	106	94	86	76	71	67	61	53	50
30	108	97	88	79	73	69	63	55	52
31	110	99	91	81	75	70	66	56	55
32	112	102	93	84	77	71	68	57	57
33	115	104	96	86	79	72	70	59	59
34	117	106	98	89	82	73	72	61	61

ANEXO I – TABELA PARA SOMATÓRIO DE QUOCIENTE MOTOR

Tabela para o Somatório de QM1 – QM4 (Masculino e Feminino).

SOMATÓRIA QM1 – QM4	EESCORE	SOMATÓRIA QM1 – QM4	EESCORE
110 - 103	42	208 - 210	70
104 - 107	43	211 - 214	71
108 - 111	44	215 - 218	72
112 - 114	45	219 - 222	73
115 - 118	46	223 - 226	74
119 - 122	47	227 - 230	75
123 - 126	48	231 - 233	76
127 - 130	49	234 - 237	77
131 - 134	50	238 - 241	78
135 - 137	51	242 - 245	79
138 - 141	52	246 - 249	80
142 - 145	53	250 - 253	81
146 - 149	54	254 - 256	82
150 - 153	55	257 - 260	83
154 - 157	56	261 - 264	84
158 - 160	57	265 - 268	85
161 - 164	58	269 - 272	86
165 - 168	59	273 - 276	87
169 - 172	60	277 - 280	88
173 - 176	61	281 - 283	89
177 - 180	62	284 - 287	90
181 - 183	63	288 - 291	91
184 - 187	64	292 - 295	92
188 - 191	65	296 - 299	93
192 - 195	66	300 - 303	94
196 - 199	67	304 - 306	95
200 - 203	68	307 - 310	96
204 - 207	69	311 - 314	97
315 - 318	98	415 - 418	124
319 - 322	99	419 - 422	125
323 - 326	100	423 - 425	126
327 - 329	101	426 - 429	127
330 - 333	102	430 - 433	128
334 - 337	103	434 - 437	129
338 - 341	104	438 - 441	130
342 - 345	105	442 - 445	131
346 - 349	106	446 - 449	132
350 - 353	107	450 - 452	133
354 - 356	108	453 - 456	134
357 - 360	109	457 - 460	135

361 - 364	110	461 - 464	136
365 - 368	111	465 - 468	137
369 - 372	112	469 - 472	138
373 - 376	113	473 - 475	139
377 - 379	114	476 - 479	140
380 - 383	115	480 - 483	141
384 - 387	116	484 - 487	142
388 - 391	117	488 - 491	143
392 - 395	118	492 - 495	144
396 - 399	119	496 - 498	145
400 - 402	120	499 - 502	146
403 - 406	121	503 - 506	147
407 - 410	122	507 - 509	148
411 - 414	123		

ANEXO J

Tabela para classificação do teste de coordenação corporal KTK

QM	Classificação	Desvio Padrão	%
131 - 145	Alta Coordenação	+ 3	99 - 100
116 - 130	Boa Coordenação	+ 2	85 - 98
86 - 115	Normal	+ 1	17 - 84
71 - 85	Perturbações na Coordenação	-2	3 - 16
56 - 70	Insuficiência de Coordenação	-3	0 - 2

ANEXO J – VALORES NORMATIVOS PARA FPM

Idade	FPM direita (lbf)						
Masculino	P10	P15	P25	P50	P75	P85	P90
7 anos	16,20	17,70	19,80	23,50	27,10	28,90	30,10
8 anos	18,40	19,90	22,20	26,40	30,50	32,70	34,10
9 anos	20,80	22,50	25,00	29,80	34,50	37,10	38,80
10 anos	24,00	25,90	28,80	34,20	39,80	42,90	45,00
11 anos	28,60	30,90	34,20	40,80	47,60	51,40	54,00
Feminino	P10	P15	P25	P50	P75	P85	P90
7 anos	13,70	14,80	16,60	20,60	25,80	29,10	31,70
8 anos	16,20	17,50	19,50	24,00	29,50	33,00	35,70
9 anos	19,30	20,80	23,10	28,00	34,00	37,70	40,50
10 anos	23,10	24,70	27,30	32,90	39,40	43,40	46,30
11 anos	27,60	29,40	32,40	38,60	45,70	50,10	53,20
	FPM esquerda (lbf)						
Masculino	P10	P15	P25	P50	P75	P85	P90
7 anos	13,70	14,70	16,50	20,60	26,20	30,10	33,20
8 anos	15,40	16,80	18,90	23,60	29,40	33,00	35,60
9 anos	17,40	19,00	21,60	27,00	32,90	36,40	38,90
10 anos	20,10	22,20	25,30	31,40	37,80	41,30	43,80
11 anos	24,70	27,20	30,90	38,00	45,20	49,10	51,70
Feminino	P10	P15	P25	P50	P75	P85	P90
7 anos	11,80	12,90	14,80	18,90	24,00	27,20	29,70
8 anos	14,40	15,70	17,70	22,20	28,00	31,60	34,40
9 anos	17,40	18,80	21,10	26,10	32,40	36,40	39,40
10 anos	20,80	22,50	25,10	30,80	37,70	42,00	45,20
11 anos	24,70	26,60	29,70	36,10	43,60	48,20	51,50

Adaptado de (GÓMEZ-CAMPOS et al., 2018)