



รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการ

**Innovation of Tablet/Smartphone Application (App) to Prevent
Neck and Arm Pain for Thai Children**

โดย

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ภัทริยา อินทร์โทะโล่

24 ตุลาคม 2562

วันที่เสร็จโครงการ

(ทุนพัฒนาศักยภาพในการทำงานวิจัยของอาจารย์รุ่นใหม่)

สัญญาเลขที่ **MRG๕๙๘๐๑๓๐**

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการ

**Innovation of Tablet/Smartphone Application (App) to Prevent
Neck and Arm Pain for Thai Children**

ผู้วิจัย

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ภัทริยา อินทร์โทะโล่

สังกัด

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ (คณะกายภาพบำบัด)

สนับสนุนโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย

และ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

รูปแบบ Abstract (บทคัดย่อ)

Project Code : MRG๕๙๘๐๑๓๐
(รหัสโครงการ)

Project Title : Innovation of Tablet/Smartphone Application (App) to Prevent Neck and
(ชื่อโครงการ) Arm Pain for Thai Children

Investigator : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ภัทริยา อินทร์โพล์
(ชื่อนักวิจัย) มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ (คณะกายภาพบำบัด)

E-mail Address : drpattariya@gmail.com, pattariy@g.swu.ac.th

Project Period : 2 ปี ตั้งแต่วันที่ 1 มิถุนายน 2559 ถึงวันที่ 1 มิถุนายน 2561
(ระยะเวลาโครงการ)

3. บทคัดย่อ

เด็กมีอาการปวดของระบบกระดูกและกล้ามเนื้อจากการใช้อุปกรณ์โทรศัพท์หรือแท็บเล็ต จุดประสงค์การวิจัยครั้งนี้เพื่อเปรียบเทียบอาการปวดในเด็กอายุ 10-12 ปี ใน 1. ขณะที่ใช้แอปพลิเคชันของสมาร์ทโฟน/แท็บเล็ต 2. ไม่ใช้แอปพลิเคชันของสมาร์ทโฟน/แท็บเล็ต โดยการกระตุ้นให้พ่อแม่และเด็กได้เรียนรู้ร่วมกันเกี่ยวกับการใช้สมาร์ทโฟน/แท็บเล็ตที่เหมาะสม งานที่ทำคือคือ ให้เล่นเกมสหาคำศัพท์ภาษาอังกฤษในสมาร์ทโฟน/แท็บเล็ต ผลการศึกษาพบว่า อาการปวดที่คอ ไหล่ แขน และ ข้อมือและมือในกลุ่มที่ใช้แอปพลิเคชันของสมาร์ทโฟนมีอาการปวดน้อยกว่ากลุ่มที่ไม่ใช้แอปพลิเคชันของสมาร์ทโฟนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่เวลา 15, 30 และ 45 นาที (p value < 0.05) และพบอีกว่า อาการปวดที่คอ ไหล่ หลังส่วนบน แขน และ ข้อมือและมือในกลุ่มที่ใช้แอปพลิเคชันของแท็บเล็ตมีอาการปวดน้อยกว่า กลุ่มที่ไม่ใช้แอปพลิเคชันของแท็บเล็ตอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่เวลา 15, 30 และ 45 นาที (p value < 0.05) คณะผู้วิจัยจึงแนะนำให้เด็กใช้แอปพลิเคชันของสมาร์ทโฟน/แท็บเล็ต เพื่อช่วยป้องกันไม่ให้เกิดมีอาการปวดกล้ามเนื้อจากการใช้งานอุปกรณ์ดังกล่าว การศึกษาในอนาคตควรมีการติดตามผลระยะยาว เพื่อศึกษาพฤติกรรมของเด็กที่ปรับเปลี่ยนอย่างยั่งยืน และผลของการป้องกันอาการปวด

Keywords : อุปกรณ์โทรศัพท์ สมาร์ทโฟน แท็บเล็ต แอปพลิเคชัน ป้องกันอาการปวด

3. Abstract

Children reported musculoskeletal pain caused by mobile device usage. The aim of study was to compare the muscular pain in children, aged 10-12, under two conditions: 1.use of the ergonomic smartphone/tablet app (app use) 2.no use of the ergonomic app (no app use). Parents and children were encouraged to discuss proper use of the mobile device(s). The task was to complete an English vocabulary activity on the device. Results revealed clearly that neck, shoulder, arm, and wrist and hand pain in the “smartphone app use” condition was significantly lower than the “no smartphone app use” condition at 15, 30, and 45 min ($p<0.05$). Furthermore, neck, shoulder, upper back, arm, and wrist and hand pain in the “tablet app use” condition was significantly lower than in the “no tablet app use” condition at 15, 30, and 45 min ($p<0.05$). We would recommend children use the app to aid them in pain prevention.

Keywords: Mobile Device, Smartphone, Tablet, Application, Pain Prevention

4. Executive Summary

1. **นวัตกรรมผลิตแอปพลิเคชันสมาร์ทโฟน** พบว่าอาการปวดที่คอ ไหล่ แขน และ ข้อมือและมือในกลุ่มที่ใช้แอปพลิเคชันของสมาร์ทโฟนมีอาการปวดน้อยกว่ากลุ่มที่ไม่ใช้แอปพลิเคชันของสมาร์ทโฟนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่เวลา 15, 30 และ 45 นาที (p value < 0.05)

เวลา	สถานการณ์	ระดับอาการปวด (คะแนนทั้งหมด = 10)					
		ปวดคอ	ปวดไหล่	ปวดหลัง ส่วนบน	ปวดหลัง ส่วนล่าง	ปวดแขน	ปวดข้อมือและ มือ
15 min	ไม่ใช้แอปสมาร์ทโฟน	2.8 ± 2.6	0.9 ± 1.9	1.0 ± 1.8	1.1 ± 2.3	1.5 ± 2.3	0.9 ± 2.2
	ใช้แอปสมาร์ทโฟน	0.8 ± 1.5	0.5 ± 1.4	0.8 ± 1.6	0.9 ± 1.9	0.6 ± 1.4	0.4 ± 1.0
	ANOVA	p = 0.001*	p = 0.096	p = 0.713	p = 0.329	p = 0.004*	p = 0.018
30 min	ไม่ใช้แอปสมาร์ทโฟน	3.4 ± 3.1	1.8 ± 1.9	1.3 ± 2.5	1.2 ± 2.2	2.2 ± 2.5	1.9 ± 3.5
	ใช้แอปสมาร์ทโฟน	1.8 ± 2.7	0.9 ± 1.5	1.1 ± 2.1	0.9 ± 2.0	1.1 ± 1.7	0.8 ± 1.5
	ANOVA	p = 0.013*	p = 0.190	p = 0.421	p = 0.652	p = 0.023*	p = 0.001*
45 min	ไม่ใช้แอปสมาร์ทโฟน	3.7 ± 3.5	2.4 ± 2.7	1.7 ± 2.9	1.7 ± 2.6	2.3 ± 3.0	2.8 ± 3.5
	ใช้แอปสมาร์ทโฟน	2.7 ± 3.3	2.0 ± 2.7	1.8 ± 3.1	1.5 ± 2.9	1.5 ± 2.5	1.7 ± 2.6
	ANOVA	p = 0.507	p = 0.613	p = 0.638	p = 0.960	p = 0.079	p = 0.023*

2. **นวัตกรรมผลิตแอปพลิเคชันแท็บเล็ต** พบว่าอาการปวดที่คอ ไหล่ หลังส่วนบน แขน และข้อมือและมือในกลุ่มที่ใช้แอปพลิเคชันของแท็บเล็ตมีอาการปวดน้อยกว่ากลุ่มที่ไม่ใช้แอปพลิเคชันของแท็บเล็ตอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่เวลา 15, 30 และ 45 นาที (p value < 0.05)

เวลา	สถานการณ์	ระดับอาการปวด (คะแนนทั้งหมด = 10)					
		ปวดคอ	ปวดไหล่	ปวดหลัง ส่วนบน	ปวดหลัง ส่วนล่าง	ปวดแขน	ปวดข้อมือและ มือ
15 min	ไม่ใช้แอปแท็บเล็ต	3.1 ± 2.8	1.6 ± 2.5	1.7 ± 2.2	1.0 ± 2.1	0.9 ± 1.8	1.1 ± 1.7
	ใช้แอปแท็บเล็ต	1.7 ± 2.1	0.8 ± 1.6	1.1 ± 1.6	1.1 ± 2.0	1.1 ± 1.6	0.9 ± 1.4
	ANOVA	p = 0.070	p = 0.057	p = 0.046*	p = 0.885	p = 0.959	p = 0.237
30 min	ไม่ใช้แอปแท็บเล็ต	3.9 ± 3.1	2.9 ± 2.9	2.5 ± 2.5	1.8 ± 2.5	2.1 ± 2.5	1.1 ± 1.9
	ใช้แอปแท็บเล็ต	1.9 ± 2.1	1.3 ± 1.7	1.6 ± 1.8	1.5 ± 2.2	1.2 ± 1.5	1.1 ± 1.8
	ANOVA	p = 0.099	p = 0.007*	p = 0.105*	p = 0.856	p = 0.045*	p = 0.763
45 min	ไม่ใช้แอปแท็บเล็ต	4.1 ± 3.4	2.9 ± 3.5	3.0 ± 3.4	2.4 ± 2.7	3.1 ± 3.2	0.9 ± 1.0
	ใช้แอปแท็บเล็ต	2.1 ± 2.6	1.6 ± 2.4	1.9 ± 2.2	2.1 ± 2.5	1.4 ± 2.1	1.1 ± 1.6
	ANOVA	p = 0.023*	p = 0.024*	p = 0.014*	p = 0.487	p = 0.021*	p = 0.015*

* ดังนั้นคณะผู้วิจัยจึงแนะนำให้เด็กใช้แอปพลิเคชันของสมาร์ทโฟน/แท็บเล็ต เพื่อช่วยป้องกันปัจจัยเสี่ยงที่จะเกิดอาการปวดกล้ามเนื้อจากการใช้งานสมาร์ทโฟน/แท็บเล็ต

5. เนื้อหางานวิจัย

ดังรายละเอียดต่อไปนี้ เกี่ยวกับวัตถุประสงค์ วิธีทดลอง ผลการทดลอง สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง และข้อเสนอแนะสำหรับงานวิจัยในอนาคต

1. วัตถุประสงค์

1. เพื่อเปรียบเทียบระดับอาการปวดที่บริเวณคอ บ่า มือ หลังส่วนบน และบริเวณดวงตา ระหว่างกลุ่มที่ใช้ และกลุ่มที่ไม่ใช้แอปพลิเคชันของสมาร์ทโฟนในเด็กอายุ 10-12 ปี
2. เพื่อเปรียบเทียบระดับอาการปวดที่บริเวณคอ บ่า มือ หลังส่วนบน และบริเวณดวงตา ระหว่างกลุ่มที่ใช้ และกลุ่มที่ไม่ใช้แอปพลิเคชันของแท็บเล็ต ในเด็กอายุ 10-12 ปี

2. วิธีทดลอง

ผู้ปกครองเป็นผู้ลงนามยินยอม และยินยอมอนุญาตให้เด็กนักเรียนโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ องครักษ์ อายุ 10-12 ปี เข้าร่วมงานวิจัย ซึ่งเป็นช่วงอายุที่สามารถสื่อสารและระบุนความรู้สึกของร่างกายได้ รวมทั้งรับรู้การใช้งานของแอปพลิเคชันและสื่อสารกับพ่อแม่

1. เด็กนักเรียนจำนวน 60 คน ถูกสุ่มแบ่งเป็นกลุ่มสมาร์ทโฟน (n=30) และกลุ่มใช้และแท็บเล็ต (n=30) ด้วยวิธีการปัดผึกของจดหมาย โดยในแต่ละกลุ่มจะต้องใช้สมาร์ทโฟน/แท็บเล็ต ที่ไม่มีแอปพลิเคชันก่อน แล้ว 1 สัปดาห์ต่อมาจึงตามด้วยการใช้อุปกรณ์เดิมที่มีการดาวน์โหลดแอปพลิเคชันลงไปแล้ว
2. เมื่อไม่ต้องใช้แอปพลิเคชัน: ผู้เข้าร่วมการวิจัยจะเริ่มใช้สมาร์ทโฟน/แท็บเล็ต (ที่ไม่มีแอปพลิเคชัน) โดยมีครูประจำชั้นและผู้วิจัยช่วยประสานงานและควบคุมดูแลให้เรียบร้อย (1 ครั้ง โดยเป็น 40 นาทีที่ต่อเนื่องกัน)
 - ผู้ทำวิจัยจะอธิบายเกี่ยวกับงานในเครื่องให้ฟัง ซึ่งมีลักษณะงานคือ เล่นเกมส์คำศัพท์ (40 นาที)
 - เล่นสมาร์ทโฟน/แท็บเล็ต 40 นาที

- ทำการบันทึก ตำแหน่งและระดับอาการปวดของกล้ามเนื้อทันที หลังการใช้งาน 0, 20, 40 นาที ที่ เครื่องมือ Body pain chart และ Visual analog scale ตามลำดับ (ถ้ามี)
 - เสร็จสิ้นการเก็บข้อมูลวันที่ 1 ผู้ทำวิจัยดาวน์โหลดแอปพลิเคชันลงเครื่องให้เด็ก เพื่อผู้เข้าร่วมงานวิจัยจะต้องดาวน์โหลดแอปพลิเคชันลงในสมาร์ตโฟน/แท็บเล็ต
 - ต้องนำไปอธิบายให้ผู้ปกครองทราบขีดเครื่องหมายถูกว่าเด็กได้อ่านเข้าใจแล้ว
3. ห่างไป 1 สัปดาห์ (โดยในช่วงนี้สามารถเล่นกีฬาในช่วงเวลาได้ แต่ไม่เล่นกีฬาที่หนักกว่าปกติ หรือเข้าร่วมการฝึกซ้อมหรือแข่งขันกีฬาใดๆ)
4. เมื่อต้องใช้แอปพลิเคชัน: ผู้เข้าร่วมการวิจัยจะเริ่มใช้สมาร์ตโฟน/แท็บเล็ต (ที่มีแอปพลิเคชัน)
- เล่นสมาร์ตโฟน/แท็บเล็ต 60 นาที
 - ทำการบันทึก ตำแหน่งและระดับอาการปวดของกล้ามเนื้อทันที หลังการใช้งาน 0, 20, 40 นาที ที่ เครื่องมือ Body pain chart และ Visual analog scale ตามลำดับ (ถ้ามี)
 - ผู้เข้าร่วมงานวิจัยจะต้องขีดเครื่องหมายถูก เพื่อตอบคำถามที่ว่าหน้าต่างแจ้งเตือนมีจำนวนกี่ครั้ง เพื่อให้มั่นใจว่าผู้เข้าร่วมงานวิจัยนี้ได้ใช้แอปพลิเคชันจริงๆ ซึ่งจะไม่ปรากฏคำถามนี้ในตอนที่ยังไม่ใช้แอปพลิเคชัน

รายละเอียดของแอปพลิเคชันมีดังนี้

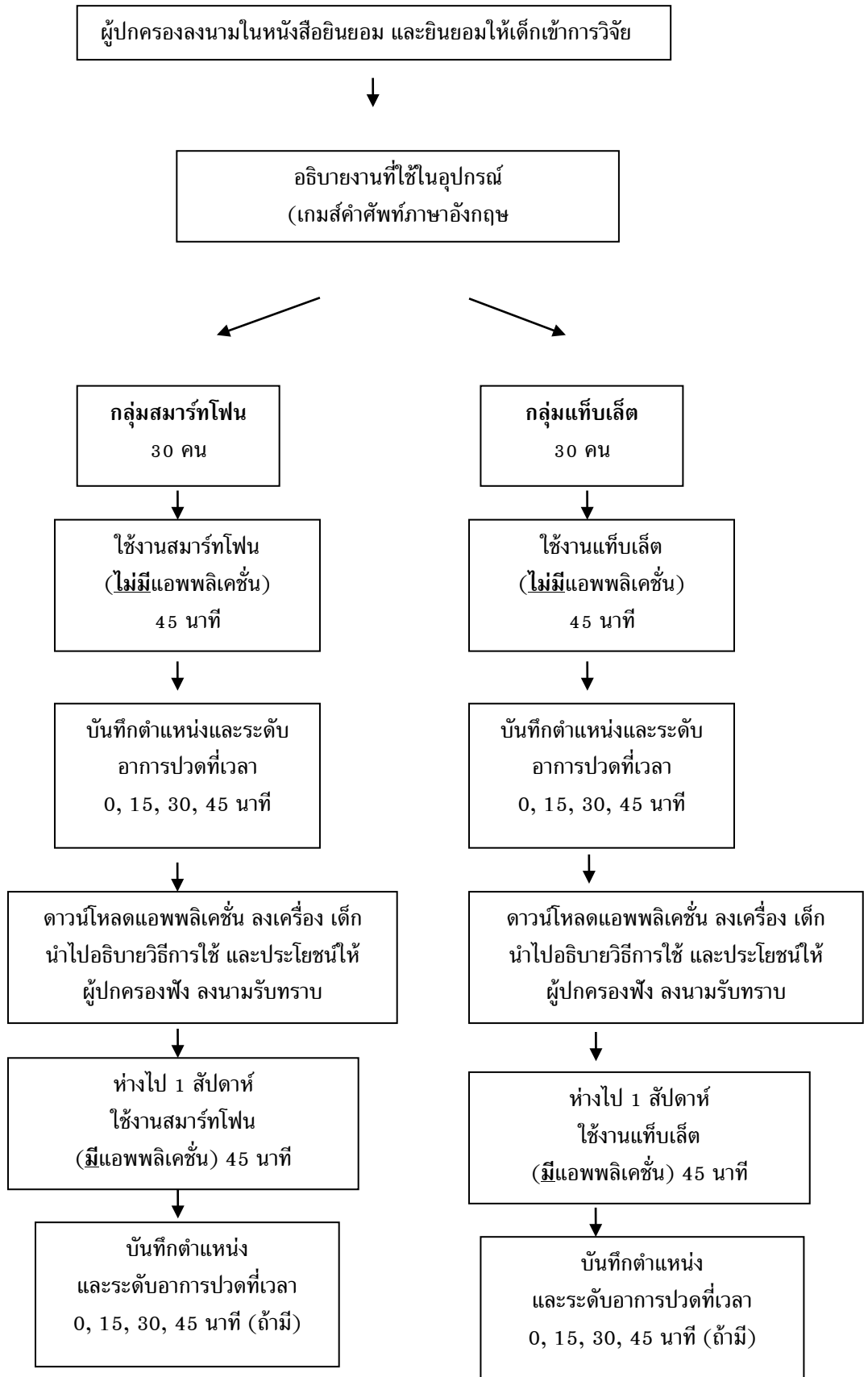
แอปพลิเคชันในแท็บเล็ตหรือสมาร์ตโฟน จะประกอบด้วย 2 ส่วนหลักๆ คือ หลักการใช้แอปพลิเคชันตามหลักวิชาการและการเตือนหน้าจอให้พักย่อยๆ ทำทางที่ดี (pop-up screen warning) ดังนี้

- ข้อมูลเกี่ยวกับการใช้งานสมาร์ตโฟน/แท็บเล็ตที่ถูกหลักวิชาการ เด็กศึกษาข้อมูล ผู้ปกครองรับทราบที่เด็กได้เรียนรู้แล้ว การบันทึกอาการปวดสื่อสารระหว่างผู้ปกครอง สติ๊กเกอร์ที่ส่งระหว่างเด็กและผู้ปกครองได้ โดยมีผู้ปกครองเป็นผู้รับทราบว่าเด็กเล่นอะไร และระบุที่ได้รับทราบข้อมูลแล้วว่าแอปพลิเคชันใช้อย่างไรและประโยชน์อะไร (ผู้ปกครองจะ

ตอบในแบบฟอร์ม 1) วิดีโอการออกกำลังกายป้องกันอาการปวด
กล้ามเนื้อสำหรับผู้ใช้อุปกรณ์ไอที

O หน้าต่างแจ้งเตือนบนหน้าจอ แสดงที่เวลา 0, 20, 40 นาที ให้มีนั่งยืด
ลำตัวขึ้น พักสายตา ยืดกล้ามเนื้อ เวียนไป

5. ผู้เข้าร่วมงานวิจัยจะใช้งานสมาร์ตโฟน/แท็บเล็ต ที่มีแอปพลิเคชัน 40 นาที (1
ครั้ง โดยเป็น 40 นาทีที่ต่อเนื่องกัน) บนโต๊ะเก้าอี้ที่ห้องเรียน โดยจะ
ไม่ให้ลุกจากที่นั่ง พุดคุย อีกทั้งห้องจะมีการควบคุมแสงและอุณหภูมิ
และเสียงรบกวน ให้อยู่ในความสงบ
6. ระบุตำแหน่งและระดับอาการปวดของกล้ามเนื้อทันที หลังการใช้งาน 0, 20, 40
นาที ที่เครื่องมือ Body pain chart และ Visual analog scale ตามลำดับ
7. ผู้เข้าร่วมงานวิจัยจะถูกถามเกี่ยวกับความพึงพอใจต่อการใช้แอปพลิเคชัน
ภายหลังการใช้แอปพลิเคชันแล้ว
8. งานรวบรวมข้อมูลจะอยู่ในเวลา 8.30น - 16.00 น



แผนภาพ การดำเนินการเก็บข้อมูล

3. ผลการทดลอง

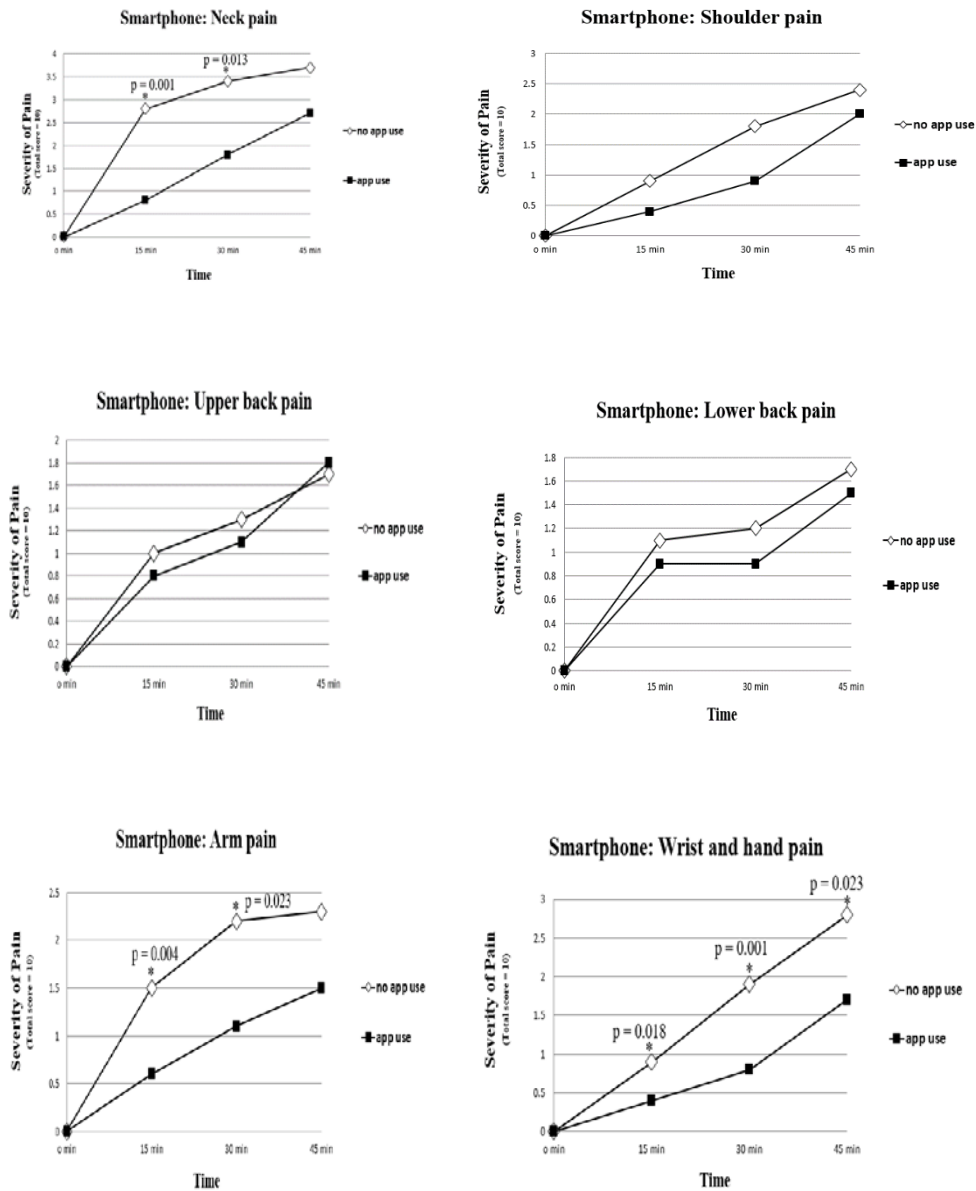
สมาร์ทโฟน: พบว่าเด็กที่ใช้แอปพลิเคชันมีอาการปวดน้อยกว่ากลุ่มที่ไม่ใช้แอปพลิเคชันของสมาร์ทโฟนที่บริเวณ คอ แขน มือและข้อมือ ที่เวลา 15, 30 และ 45 นาที (ดังตาราง 1 และกราฟ 1)

แท็บเล็ต: พบว่าเด็กที่ใช้แอปพลิเคชันมีอาการปวดน้อยกว่ากลุ่มที่ไม่ใช้แอปพลิเคชันของแท็บเล็ตที่บริเวณ คอ ไหล่ หลังส่วนบน แขน มือและข้อมือ ที่เวลา 15, 30 และ 45 นาที (ดังตาราง 2 และกราฟ 2)

ตารางที่ 1 ระดับความรุนแรงของอาการปวด ในเด็กที่ใช้และไม่ใช้แอปพลิเคชันของสมาร์ทโฟน ที่บริเวณคอ ไหล่ หลังส่วนบน หลังส่วนล่าง แขน ข้อมือและมือ

เวลา	สถานการณ์	ระดับอาการปวด (คะแนนทั้งหมด = 10)					
		ปวดคอ	ปวดไหล่	ปวดหลังส่วนบน	ปวดหลังส่วนล่าง	ปวดแขน	ปวดข้อมือและมือ
15 min	ไม่ใช้แอปสมาร์ทโฟน	2.8 ± 2.6	0.9 ± 1.9	1.0 ± 1.8	1.1 ± 2.3	1.5 ± 2.3	0.9 ± 2.2
	ใช้แอปสมาร์ทโฟน	0.8 ± 1.5	0.5 ± 1.4	0.8 ± 1.6	0.9 ± 1.9	0.6 ± 1.4	0.4 ± 1.0
	ANOVA	p = 0.001*	p = 0.096	p = 0.713	p = 0.329	p = 0.004*	p = 0.018
30 min	ไม่ใช้แอปสมาร์ทโฟน	3.4 ± 3.1	1.8 ± 1.9	1.3 ± 2.5	1.2 ± 2.2	2.2 ± 2.5	1.9 ± 3.5
	ใช้แอปสมาร์ทโฟน	1.8 ± 2.7	0.9 ± 1.5	1.1 ± 2.1	0.9 ± 2.0	1.1 ± 1.7	0.8 ± 1.5
	ANOVA	p = 0.013*	p = 0.190	p = 0.421	p = 0.652	p = 0.023*	p = 0.001*
45 min	ไม่ใช้แอปสมาร์ทโฟน	3.7 ± 3.5	2.4 ± 2.7	1.7 ± 2.9	1.7 ± 2.6	2.3 ± 3.0	2.8 ± 3.5
	ใช้แอปสมาร์ทโฟน	2.7 ± 3.3	2.0 ± 2.7	1.8 ± 3.1	1.5 ± 2.9	1.5 ± 2.5	1.7 ± 2.6
	ANOVA	p = 0.507	p = 0.613	p = 0.638	p = 0.960	p = 0.079	p = 0.023*

*repeated measure ANOVA with p value of 0.05

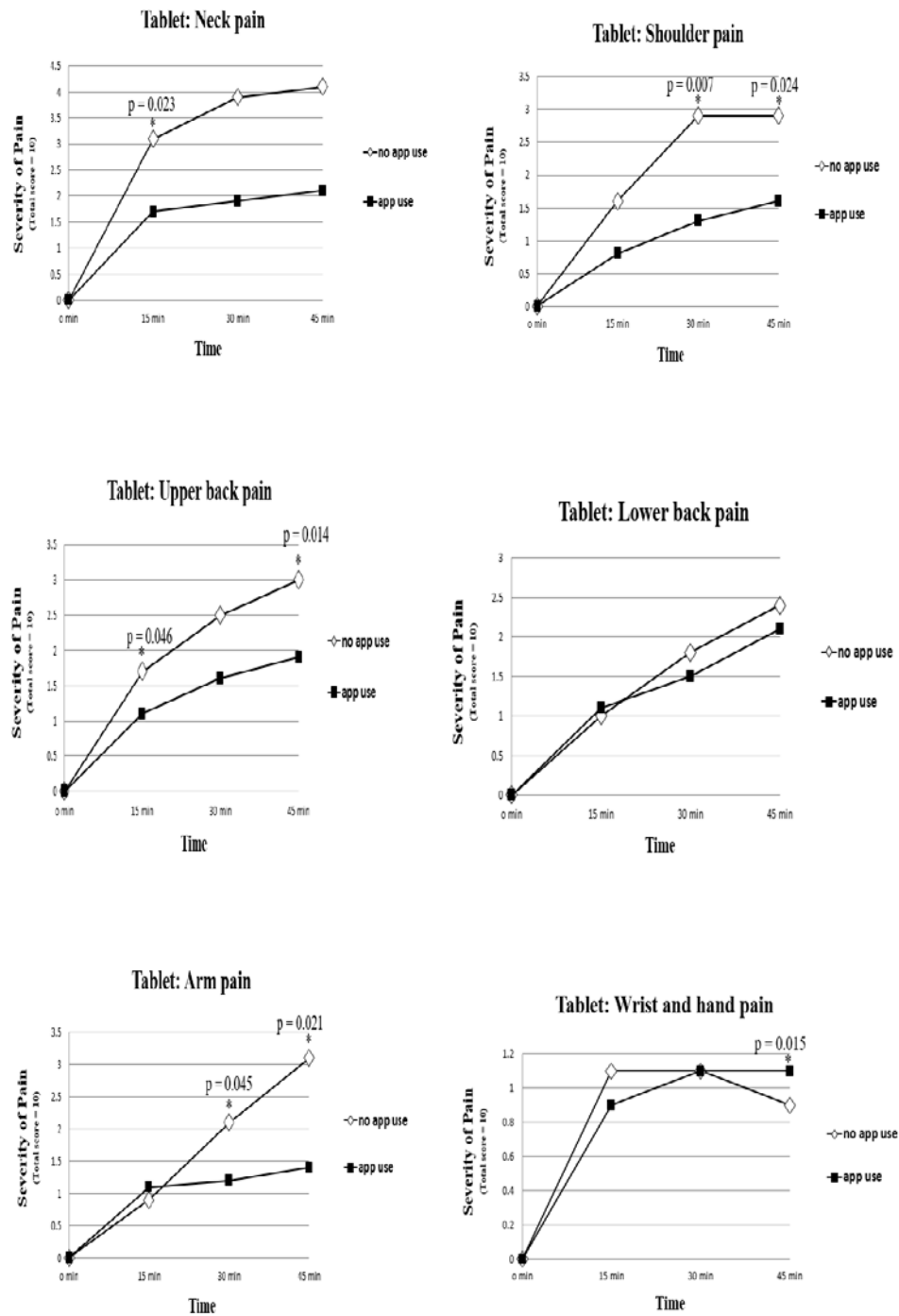


กราฟที่ 1 ระดับความรุนแรงของอาการปวด ในเด็กที่ใช้และไม่ใช้แอปพลิเคชันของ
 สมาร์ทโฟน ที่บริเวณคอ ไหล่ หลังส่วนบน หลังส่วนล่าง แขน ข้อมือและ
 มือ

ตารางที่ 2 **ระดับความรุนแรงของอาการปวด ในเด็กที่ใช้และไม่ใช้แอฟฟลิกซ์ของ**
แท็บเล็ต ที่บริเวณคอ ไหล่ หลังส่วนบน หลังส่วนล่าง แขน ข้อมือและมือ

เวลา	สถานการณ์	ระดับอาการปวด (คะแนนทั้งหมด = 10)					
		ปวดคอ	ปวดไหล่	ปวดหลัง ส่วนบน	ปวดหลัง ส่วนล่าง	ปวดแขน	ปวดข้อมือและ มือ
15 min	ไม่ใช้แอฟแท็บเล็ต	3.1 ± 2.8	1.6 ± 2.5	1.7 ± 2.2	1.0 ± 2.1	0.9 ± 1.8	1.1 ± 1.7
	ใช้แอฟแท็บเล็ต	1.7 ± 2.1	0.8 ± 1.6	1.1 ± 1.6	1.1 ± 2.0	1.1 ± 1.6	0.9 ± 1.4
	ANOVA	p = 0.070	p = 0.057	p = 0.046*	p = 0.885	p = 0.959	p = 0.237
30 min	ไม่ใช้แอฟแท็บเล็ต	3.9 ± 3.1	2.9 ± 2.9	2.5 ± 2.5	1.8 ± 2.5	2.1 ± 2.5	1.1 ± 1.9
	ใช้แอฟแท็บเล็ต	1.9 ± 2.1	1.3 ± 1.7	1.6 ± 1.8	1.5 ± 2.2	1.2 ± 1.5	1.1 ± 1.8
	ANOVA	p = 0.099	p = 0.007*	p = 0.105*	p = 0.856	p = 0.045*	p = 0.763
45 min	ไม่ใช้แอฟแท็บเล็ต	4.1 ± 3.4	2.9 ± 3.5	3.0 ± 3.4	2.4 ± 2.7	3.1 ± 3.2	0.9 ± 1.0
	ใช้แอฟแท็บเล็ต	2.1 ± 2.6	1.6 ± 2.4	1.9 ± 2.2	2.1 ± 2.5	1.4 ± 2.1	1.1 ± 1.6
	ANOVA	p = 0.023*	p = 0.024*	p = 0.014*	p = 0.487	p = 0.021*	p = 0.015*

*repeated measure ANOVA with p value of 0.05



กราฟที่ 2 ระดับความรุนแรงของอาการปวด ในเด็กที่ใช้และไม่ใช้แอปพลิเคชันของแท็บเล็ต ที่บริเวณคอ ไหล่ หลังส่วนบน หลังส่วนล่าง แขน ข้อมือและมือ

4. สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

สรุปผลการศึกษา

เด็กอายุ 10-12 ปีที่ใช้แอปพลิเคชันสมาร์ทโฟนมีอาการปวดน้อยกว่ากลุ่มที่ไม่ใช้แอปพลิเคชันของสมาร์ทโฟนที่บริเวณ คอ แขน มือและข้อมือ ที่เวลา 15, 30 และ 45 นาที อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) (ตาราง 1 และกราฟ 1) และ เด็กอายุ 10-12 ปี ที่ใช้แอปพลิเคชันแท็บเล็ตมีอาการปวดน้อยกว่ากลุ่มที่ไม่ใช้แอปพลิเคชันของแท็บเล็ตที่บริเวณ คอ ไหล่ หลังส่วนบน แขน มือและข้อมือ ที่เวลา 15, 30 และ 45 นาที อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) (ตาราง 2 และกราฟ 2)

วิจารณ์การศึกษา

4.1 สมาร์ทโฟน

ปวดคอ (**Neck pain**) เด็กที่ใช้แอปพลิเคชันสมาร์ทโฟนมีอาการปวดบริเวณค่อน้อยกว่ากลุ่มที่ไม่ใช้แอปพลิเคชัน ที่เวลา 15, 30 นาที เนื่องจากเด็กมีการถูกเตือนให้มีปรับท่าทางให้หลังตรงอยู่ในท่าทางที่ดี และแนะนำให้ถือสมาร์ทโฟนให้ถูกหลัก ทำให้อาการปวดบริเวณค่อน้อยกว่ากลุ่มที่ไม่ใช้แอปพลิเคชันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) อีกทั้งความรู้นี้ได้ให้ผู้ปกครองและเด็กได้เรียนรู้ร่วมกันในแอปพลิเคชัน ก็ทำให้เด็กให้ความสำคัญ โดย Cardon และคณะในปี 2000 ⁽¹⁾ พบว่า การกระตุ้นให้อยู่ในท่านั่งหลังตรง สามารถช่วยให้เด็กชั้นประถมศึกษาสามารถปรับท่าทางได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยในการศึกษาของ Cardon และคณะในปี 2000 พบว่า สามารถช่วยให้เด็กมีท่าทางที่ดีที่ส่วนหลังส่วนบนและหลังส่วนล่าง อีกทั้งการศึกษาของ Robbin และคณะในปี 2009 ก็พบว่าการศึกษาที่มีการเตือนที่หน้าจอ (pop-up screen warning) ก็ทำให้เด็กอายุ 11-12 ปี สามารถที่จะอยู่ในท่าทางที่ถูกต้องขณะที่ใช้คอมพิวเตอร์ ⁽²⁾ โดยมีการพบว่าการศึกษาที่ปรับท่าทางตั้งแต่เชงกรานให้อยู่ในตำแหน่งหรือท่าทางที่ถูกต้อง จะทำให้กระดูกสันหลังที่ต่อขึ้นไปด้านบนอยู่ในท่าทางที่ถูกต้องขณะนั่งได้ ⁽³⁻⁶⁾ โดยในท่านั่งหลังตรงคือท่านั่งที่กระดูกสันหลังส่วนเอว ออก และคอ อยู่ในแนวปกติ ถ้าอยู่ในแนวความโค้งที่ปกติ จะทำให้ลดแรง (load) ต่อกระดูกสันหลังและทำให้กล้ามเนื้อหลังทำงานน้อยลงด้วย ⁽⁷⁾ นอกจากนี้ในแอปพลิเคชันนี้ยังแนะนำให้เด็กถือสมาร์ทโฟนด้วย 2 มือ ไว้ที่ระดับอกซึ่งอยู่ใกล้กับระดับสายตา ก็เป็นการกระตุ้นให้เด็กได้ปล่อยแขนผ่อนคลายข้างลำตัว และพักให้มองไปข้างหน้า 3 เมตร เป็นเวลา 15 วินาที ทุกๆ 15 นาที ซึ่งจะทำให้คออยู่ใกล้แนวตรง นอกจากนี้แล้ว ให้การมีข้อมูลและการเตือนที่หน้าจอทำให้ช่วยป้องกันไม่ให้เกิดมีอาการปวดคอ

นอกจากนี้ยังเป็นที่น่าสนใจว่าที่เวลา 45 นาที อาการปวดคอของกลุ่มที่ใช้แอปพลิเคชันมีอาการปวด (ระดับอาการปวด 2.7 เต็ม 10) น้อยกว่ากลุ่มที่ไม่ใช้ (ระดับอาการปวด 3.7 เต็ม 10) แต่ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งจะเห็นได้ว่าถ้าใช้งานต่อเนื่องกันนานๆจริงก็

อาจจะทำให้เด็กมีอาการปวดคอได้ Kim และคณะปี 2013 กล่าวว่า ถ้ามีการใช้งานต่อเนื่องกันเป็นเวลานาน จะมีผลต่อท่าทางของคอและการรับรู้ความรู้สึกที่คอได้ (propioception) ⁽⁸⁾ ดังนั้นเด็กไม่ควรใช้งานนานเกินไป ควรพักโดยการเดินไปพูดคุยกับพ่อแม่หรือเล่นกับเพื่อน เพื่อลดปัญหาของอาการปวดคอด้วย

ปวดแขน (Arm pain) จะมีเด็กที่ใช้แอปพลิเคชันสมาร์ตโฟนมีอาการปวดบริเวณแขนน้อยกว่ากลุ่มที่ไม่ใช้แอปพลิเคชัน ที่เวลา 15, 30 นาที (p value = 0.004, 0.023 ตามลำดับ) อีกทั้งผลการศึกษายังพบว่า เด็กที่ใช้แอปพลิเคชันสมาร์ตโฟนมีอาการปวดที่ข้อมือและมือ น้อยกว่ากลุ่มที่ไม่ใช้แอปพลิเคชันที่เวลา 15, 30, 45 นาที (p value = 0.018, 0.001, 0.023 ตามลำดับ) ทั้งนี้อาจจะเกิดเนื่องจาก เด็กได้แนะนำให้ถือสมาร์ตโฟนให้ถูกหลักด้วยมือสองข้าง และถือไว้ระดับอก โดยให้ผ่อนคลายไหล่และวางแขนข้างลำตัว นอกจากนี้ยังแนะนำให้มีการพักสั้นๆ หลังการใช้งานไป 15 นาที และ 30 นาที โดย Xie et al. in 2016 พบว่า ถ้ามีการส่งข้อความในสมาร์ตโฟนด้วย 2 มือจะทำให้มีอาการปวดบริเวณแขนน้อยลง⁽⁹⁾

อย่างไรก็ตามไม่พบความแตกต่างของอาการปวดบริเวณไหล่ หลังส่วนบน หลังส่วนล่างระหว่าง 2 กลุ่มอย่างไรก็ตามก็พบว่ากลุ่มที่ใช้แอปพลิเคชันก็มีอาการปวดน้อยกว่า 2 เต็ม 10 คะแนน ทั้งนี้อาจจะเกิดเนื่องจากการศึกษาก่อนหน้านี้ที่พบว่าการใช้งานสมาร์ตโฟนมักจะไม่ค่อยมีผลตามต่อไหล่ หลังส่วนบน หลังส่วนล่างเมื่อเปรียบเทียบกับอาการปวดคอ.⁽¹⁰⁾ และงานที่เด็กได้ทำก็คือ งานหาคำภาษาอังกฤษ ซึ่งเป็นงานที่ไม่ยากมากสบายๆ ซึ่งอาจจะไม่มีผลต่อบริเวณดังกล่าวได้

4.2 แتبเล็ต

การศึกษครั้งนี้เป็นการศึกษารั้งแรกที่วัดผลของการใช้งานแอปพลิเคชันของแท็บเล็ต อาการลดอาการปวดกล้ามเนื้อ

ปวดคอ (Neck pain) เด็กที่ใช้แอปพลิเคชันแท็บเล็ตมีอาการปวดบริเวณค่อน้อยกว่ากลุ่มที่ไม่ใช้แอปพลิเคชัน ที่เวลา 15, 30 นาที ($p < 0.05$) แต่ไม่พบความแตกต่างที่ 45 นาที ระหว่าง 2 กลุ่ม ($p = 0.023$) ซึ่งก็ไม่น่าแปลกใจ เพราะว่าแท็บเล็ตมีหน้าจอขนาดใหญ่ ร่วมกับเมื่อถูกแนะนำให้ใช้อย่างถูกหลักวิชาการและนั่งหลังตรง ก็ทำให้ปวดน้อยกว่าอีกกลุ่มได้ อย่างไรก็ตามเมื่อใช้งานสะสมนานๆก็ทำให้มีอาการปวดสะสมได้ คือเมื่อ 45 นาทีพบว่าอาการปวดคอทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกัน ⁽⁸⁾ โดยในช่วง 30 นาทีแรกได้ผลดี อาจจะเนื่องจากแอปพลิเคชันนี้ยังแนะนำให้เด็กวางแท็บเล็ตไว้บนแท่นวางบนโต๊ะ ไว้ซึ่งอยู่ใกล้กับระดับสายตา ก็เป็นการกระตุ้นให้เด็กได้ปล่อยแขนผ่อนคลายข้างลำตัว ซึ่งจะทำให้ลดแรงกระทำต่อคอและศีรษะ⁽¹¹⁻¹³⁾ อีกทั้งเป็นการวางบนโต๊ะเป็นการลดการทำงานของกล้ามเนื้อ (muscle activity)⁽¹⁴⁾

ปวดไหล่และหลังส่วนบน (**shoulder, upper back pain**) เด็กที่ใช้แอปพลิเคชันแท็บเล็ตมีอาการปวดบริเวณไหล่และหลังส่วนบนน้อยกว่ากลุ่มที่ไม่ใช้แอปพลิเคชัน ทั้งนี้อาจจะเกิดเนื่องจากเด็กถูกกระตุ้นให้อยู่ในท่านั่งหลังตรงตั้งแต่แรก วางแท็บเล็ตบนโต๊ะ วางแขนผ่อนคลาย และปล่อยมือข้างลำตัว อีกทั้งมีการเตือนให้พักสั้นๆ ซึ่งจะช่วยลดอาการปวดที่บริเวณนี้ได้

หลังส่วนล่าง (**Low back pain**) ไม่พบความแตกต่างระหว่าง 2 กลุ่ม ซึ่งก็ไม่ใช่ที่แปลกใจเนื่องจากการศึกษาก่อนหน้านี้ก็พบว่าการใช้อุปกรณ์นี้มักจะไม่ส่งผลต่อหลังส่วนล่าง (14, 15)

ปวดแขน (**Arm pain**) เด็กที่ใช้แอปพลิเคชันแท็บเล็ตมีอาการปวดบริเวณแขนน้อยกว่ากลุ่มที่ไม่ใช้แอปพลิเคชัน ที่เวลา 30, 45 นาที ($p < 0.05$) ซึ่งอาจจะเกิดเนื่องจากการวางแท็บเล็ตบนแท่นที่วางบนโต๊ะที่มั่นคง และมีมือที่ใช้งานก็ได้วางบนโต๊ะด้วย ทำให้กล้ามเนื้อไหล่ทำงานน้อย (14, 15)

ปวดข้อมือและมือ (**Wrist and hand pain**) เด็กที่ใช้แอปพลิเคชันแท็บเล็ตมีอาการปวดบริเวณแขนน้อยกว่ากลุ่มที่ไม่ใช้แอปพลิเคชัน ที่เวลา 45 นาที ($p < 0.05$) (แต่ที่เวลาอื่นไม่พบความแตกต่างกันทั้งสองกลุ่ม) อย่างไรก็ตามจะพบว่า อาการปวดที่บริเวณนี้น้อยกว่า 1 เต็ม 10 คะแนน ซึ่งในการศึกษาก่อนหน้านี้ก็พบว่าการใช้งานแท็บเล็ตมีผลน้อยต่อบริเวณนี้เมื่อเปรียบเทียบกับอาการปวดคอ⁽¹⁶⁾

ข้อจำกัดการศึกษา

ในการศึกษาแท็บเล็ต พบว่ามีเด็ก 2 คนที่ไม่สามารถอยู่จนครบการศึกษานานเท่าไรก็ตาม ในการคำนวณจำนวนกลุ่มตัวอย่างรวมการออกจากการวิจัย เพื่อเป็นการป้องกันไว้แล้ว (**drop-out**) นอกจากนี้ยังพบว่าค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่ากว้าง อาจเกิดจากการศึกษาครั้งนี้ ใช้การวัด **facail pain scale** ซึ่งให้เด็กมีการประมาณค่าอาการปวดด้วยตนเอง โดยไม่มีคำอธิบายด้วยภาษาพูด (**verbal instruciton**) เพิ่มเติมแต่อย่างใด ซึ่งอาจจะส่งผลต่อค่านี้ ในการศึกษาครั้งนี้ การศึกษาเกี่ยวกับการใช้งานอุปกรณ์ให้ถูกหลักวิชาการ ของพ่อแม่และเด็กไม่ได้กระทำต่อหน้าผู้วิจัย โดยให้เรียนรู้กันเอง โดยให้พ่อแม่และเด็กตอบกลับมาในแบบสอบถามยืนยันว่าได้เรียนรู้ร่วมกันแล้ว

ข้อเสนอแนะสำหรับงานวิจัยในอนาคต

- ควรผลิตนวัตกรรมแอปพลิเคชันสำหรับผู้ใหญ่ ซึ่งมีการใช้งานเยอะและอาจจะช่วยป้องกันปัญหาสุขภาพได้
- ควรมีการศึกษาติดตามผลระยะยาว ว่าเด็กมีการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมถาวรหรือไม่ และปัญหาสุขภาพน้อยกว่ากลุ่มที่ไม่ได้ใช้แอปพลิเคชันหรือไม่

เอกสารอ้างอิง

1. Cardon G. Effects of back care education in elementary school children. *Acta Paediatrica*. 2000;89(8):1010-1017.
2. Caneiro J, O'Sullivan P, Burnett A, Barach A, O'Neil D, Tveit O et al. The influence of different sitting postures on head/neck posture and muscle activity. *Manual Therapy*. 2010;15(1):54-60.
3. O'Sullivan P, Grahamslaw K, Kendell M, Lapenskie S, Möller N, Richards K. The Effect of different standing and sitting postures on trunk muscle activity in a pain-free population. *Spine*. 2002;27(11):1238-1244.
4. Nordin M, Frankel VH. *Basic biomechanics of the musculoskeletal system*. 3rd ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2001.
5. Shaghayegh FB, Ahmadi A, Maroufi N, Sarrafzadeh J. Evaluation of forward head posture in sitting and standing positions. *European Spine Journal*. 2015;25(11):3577-3582.
6. Hansraj KK. Assessment of stresses in the cervical spine caused by posture and position of the head. *Surg Technol Int* 2014;25:277-9.
7. Intolo P, Sirininlakul N, Saksanit N, Kongdontree P, Thuwatorn P. Pain and muscle activity of neck, shoulder, upper back and arm during smartphone use in Women aged 18-25 years old. *Journal of health systems research*. 2016;10(3):1-10
8. Kim G, Ahn C, Jeon H, Lee C. Effects of the use of smartphones on pain and muscle fatigue in the upper extremity. *Journal of Physical Therapy Science*. 2012;24(12):1255-1258.
9. Xie Y, Szeto G, Dai J, Madeleine P. A comparison of muscle activity in using touchscreen smartphone among young people with and without chronic neck-shoulder pain. *Ergonomics*. 2015;59(1):61-72.
10. Intolo P. Comparison of muscular pain during smartphone use among three age groups. Elementary school student, High school student and office worker. *Journal of Health Systems Research*. 2018;12(2):1-14
11. Freudenthal A, van Riel MP, Molenbroek JF, Snijders CJ. The effect on sitting posture of a desk with a ten-degree inclination using an adjustable chair and table. *Apply Ergonomic*. 1991; 22(5): 329-36.
12. Bridger RS. Postural adaptations to a sloping chair and work surface. *Hum factors*. 1988; 30(2): 237-47.

13. Albin T, McLoone H, editors. Effect of tablet tilt and display conditions on user posture, performance and preferences. Proceedings of the 10th applied ergonomics conference, Dallas, TX: Institute of Industrial Engineers; 2007.
14. Intolo P, Prasongsansuk N, Srilabutr P, SittichoksakulchaiW, Khutok K, Baxter D. Pain and muscle activity of neck, shoulder, upper back, and forearm during touch screen tablet use by children. *Work*; 2019 61; 1: 85-91.
15. Young JG, Trudeau MG, Odell D, Kim M, Dennerlein JT. Wrist and shoulder posture and muscle activity during touch-screen tablet use: Effects of usage configuration, tablet type, and interacting hand. *Work*. 2013; 45(1): 59-71.
16. Namwongsa S, Puntumetakul R, Neubert MS, Boucaut R. Factor associated with neck disorders among university student smartphone users. *Work*. 2018; 61: 367-78.

Output จากโครงการวิจัยที่ได้รับทุนจาก สกสว.

1. ผลงานตีพิมพ์ในวารสารวิชาการนานาชาติ (ระบุชื่อผู้แต่ง ชื่อเรื่อง ชื่อวารสาร ปี เล่มที่ เลขที่ และหน้า) หรือผลงานตามที่คาดไว้ในสัญญาโครงการ

รายงานผล:

ได้ส่ง Manuscript เพื่อส่งตีพิมพ์ในวารสารระดับนานาชาติ ดังรายละเอียดดังนี้

1. ชื่อผู้แต่ง Pattariya Intolo, Matthew N. Dailey, Sompop Rodamporn
 2. ชื่อเรื่อง Innovative Mobile Application to Prevent Neck, Shoulder, Back, Arm, Wrist, and Hand Pain in Children due to Mobile Device Usage
 3. ปี 2019 รอตตีพิมพ์
 4. ชื่อวารสาร Ergonomics
2. การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์
 - เชิงพาณิชย์ (มีการนำไปผลิต/ขาย/ก่อให้เกิดรายได้ หรือมีการนำไปประยุกต์ใช้โดยภาคธุรกิจ/บุคคลทั่วไป)
 - เชิงนโยบาย (มีการกำหนดนโยบายอิงงานวิจัย/เกิดมาตรการใหม่/เปลี่ยนแปลงระเบียบข้อบังคับหรือวิธีทำงาน)
 - เชิงสาธารณะ (มีเครือข่ายความร่วมมือ/สร้างกระแสมหาชนในวงกว้าง)
 - เชิงวิชาการ (มีการพัฒนาการเรียนการสอน/สร้างนักวิจัยใหม่)

รายงานผล:

มีการนำไปผลิต/ขาย/ก่อให้เกิดรายได้ โดยสามารถขายแอปพลิเคชันได้ใน Play store

3. อื่นๆ (เช่น ผลงานตีพิมพ์ในวารสารวิชาการในประเทศ การเสนอผลงานในที่ประชุมวิชาการ หนังสือ การจดสิทธิบัตร)

รายงานผล

ได้ยื่นขอจดลิขสิทธิ์ และนำแอปพลิเคชันเข้าสู่ระบบของ Play store เพื่อให้ผู้ปกครองและเด็กได้ Load แอปพลิเคชันนี้ไปใช้เพื่อป้องกันปัญหาหกระบบกระดูกกล้ามเนื้อจากการใช้สมาร์ทโฟนและแท็บเล็ต

ภาคผนวก

Manuscript

TITLE PAGE

Title: Innovative Mobile Application to Prevent Neck, Shoulder, Back, Arm, Wrist, and Hand Pain in Children due to Mobile Device Usage

Name of authors:

Pattariya Intolo ^{1*}	BSc (Physiotherapy), MSc, PhD (Physiotherapy), Corresponding author
Matthew N. Dailey ²	BSc, MSc (Computer Science), PhD (Computer Science and Cognitive Science)
Sompop Rodamporn ³	BSc, MSc, PhD (Electrical Engineering)

Affiliations:

¹Faculty of Physical Therapy, Srinakharinwirot University, Thailand

²Information and Communication Technology, Asian Institute of Technology (AIT), Thailand

³Faculty of Engineering, Srinakharinwirot University, Thailand

Corresponding author* :

Asst. Prof. Pattariya Intolo,
Department of Physiotherapy, Faculty of Physical Therapy,
Srinakharinwirot University, Nakhon Nayok, Thailand, 26120
E-mail: drpattariya@gmail.com, pattariy@g.swu.ac.th

Keywords: Mobile Device, Smartphone, Tablet, Application, Pain Prevention

Abstract

Children reported musculoskeletal pain caused by mobile device usage. The aim of study was to compare the muscular pain in children, aged 10-12, under two conditions: 1.use of the ergonomic smartphone/tablet app (app use) 2.no use of the ergonomic app (no app use). Parents and children were encouraged to discuss proper use of the mobile device(s). The task was to complete an English vocabulary activity on the device. Results revealed clearly that neck, shoulder, arm, and wrist and hand pain in the “smartphone app use” condition was significantly lower than the “no smartphone app use” condition at 15, 30, and 45 min ($p < 0.05$). Furthermore, neck, shoulder, upper back, arm, and wrist and hand pain in the “tablet app use” condition was significantly lower than in the “no tablet app use” condition at 15, 30, and 45 min ($p < 0.05$). We would recommend children use the app to aid them in pain prevention.

1. Introduction

Children currently use smartphone and tablet devices at an increasing rate at school and at home.⁽¹⁻⁴⁾ Fifty four percent of UK children partake in online activities,⁽⁵⁾ and 64% of elementary and high school students use a smartphone every day,⁽⁶⁾ with usage time approximately 7.5 hours per day.⁽⁷⁾ In several countries, hundreds of thousands of tablets have been delivered to elementary school students⁽⁸⁾ and high school students^(9, 10) for their education.

Musculoskeletal pain is one of the common adverse health effects of mobile device usage in children. Pain, particularly at the neck, shoulder, back, arm, wrist, and hand regions have been found in children who consistently text and view portable screen devices.⁽¹¹⁻¹³⁾ Poor seated posture with posterior pelvic tilting is a risk factor contributing to pain during smartphone and tablet usage. High loads on joints and muscles when the user is in poor posture can lead to joint and muscle pain. Long durations with no breaks can result in muscular pain and fatigue, causing sustained muscle contractions.⁽¹⁴⁻¹⁵⁾ Holding a device with one hand and no arm rest also induces pain. Reading text and viewing pictures on the screen with the typical blue haze from the screen can cause issues with the eyes. The American Optometric Association found that eye strain, headache, blurred vision, and dry eyes are common symptoms of digital eye strain (DES).⁽¹⁶⁾ In that study, 44% of smartphone users reported eye strain, and 83% had cell phone vision syndrome. Furthermore, it has been found that smartphone addiction in children aged 12 years old can affect the quality of relationships with family and outside social engagements.⁽¹⁷⁾ There is also psychological impact.⁽¹⁸⁻¹⁹⁾ A good parent-child relationship helps reduce child internet addiction and social anxiety issues.⁽²⁰⁻²¹⁾

Smartphone and tablet applications (apps) have yet to provide innovative ways to cooperate with parents in supervision of children's use of applications and aiding children in preventing consequent health risks. However, interestingly enough, one study found that computer software that gives children information on how to use a computer properly via a pop-up screen warning aided them in preventing muscle aches and pains.⁽⁹⁾ The study found that the prevalence and severity of pain was reduced significantly in children who were informed of correct posture while using computers by teachers or who received automated posture warnings and tips on their personal computers via the pop-up screens. Another study on an education program for elementary school children in grades four and five focusing on posture, specifically aimed at students' back area, found that 15% of 42 volunteers showed significant improvement in their knowledge from one week to three months after the examination.⁽²²⁾ Therefore, knowledge of how to prevent risk of pain during smartphone and tablet use should be incorporated into mobile apps coupled with help from parents to inform their children of the potential risks. Such a partnership between mobile applications and parents can help promote a healthy parent-child relationship in which parent and child work together in learning and preventing the risks of muscle aches and pain during mobile device use.

This is the first study on the development of a mobile app to help prevent musculoskeletal pain in children. Correct posture is key in preventing these issues. Holding a smartphone device with two hands, placing a tablet on a table with a supporting case, frequent breaks from usage, eye resting, relaxing shoulders, and pop-up warnings to provide additional information all help children avoid musculoskeletal

pain. It is also important for parents to learn how to use devices carefully and work with children to encourage them to do so as well. The aim of the current study is to compare the pain children aged 10-12 report at the neck, shoulder, upper back, lower back, arm, wrist, and hand regions under two conditions: use of the ergonomic app (“app use”) and without the use of the ergonomic app (“no app use”), after 15, 30, and 45 minutes. Under both conditions, the childrens’ task was to complete an English word game on a smartphone or tablet. Children in the “app use” condition reported less pain.

2. Method

2.1 Participants

Sixty primary school children aged 10-12 years old from the Demonstration (Satit) school of Srinakharinwirot University (Ongkharak) were recruited for the study with the consent of their parents. Ethics approval was obtained from the Human Ethics Committee of the Faculty of Physical Therapy at Srinakharinwirot University, and the approach was agreed with the deputy principal of the school. Inclusion and exclusion criteria are listed in Table 1. Thirty children were allocated to the smartphone study, and 30 children were allocated to the tablet study (Figure 1). Means and standard deviations of age, weight, and height in the smartphone study were 10.8 ± 0.6 years, 45.3 ± 15.1 kg, and 147.1 ± 4.9 cm, respectively. The statistics for those in the tablet study were 10.7 ± 0.6 years, 39.5 ± 9.8 kg, and 147.5 ± 7.6 cm, respectively. The sample size calculation was based on the results of the study of Robbins et al.⁽³⁰⁾

Table 1 Inclusion criteria and exclusion criteria

Inclusion criteria	Exclusion criteria
1. Parents give consent for children to participate in the study 2. Age 10-12 years old 3. Normal BMI ($14.2\text{-}21 \text{ kg/m}^2$)⁽²³⁾ 4. Experience with mobile use at least two hours/week⁽²⁴⁻²⁶⁾ 5. 20/20 vision or vision corrected by glasses⁽²⁷⁾	1. Spinal kyphosis or scoliosis 2. Musculoskeletal pain that requires regular visits to the doctor or physical therapist within one month prior to the experiment 3. History of spinal, hip, or hand surgery

2.2 Procedure

The mobile (smartphone/tablet) study was designed to promote knowledge of correct posture and to provide effective means for participants to correct their posture while using a mobile device. Each participant participated in two sessions, one week apart. In the first session, children used a smartphone or tablet for 45 min without the innovative mobile app (“no app use”). The task chosen for the study was a game in which the participants had to search for English words. During both sessions, participants were asked to define the locations and severity of pain on a FACES pain rating scale at the beginning (0 min) and after mobile use for 15, 30, and 45 min. Children located any pain in their neck, shoulders, upper back, lower back, arm, wrist, or hand regions. After the first session, documentation containing information about the app was sent to participants’ parents for them to learn about the app along with their children. Parents and children were encouraged to discuss proper use of the

device. After one week, children participated in a second session, again using the smartphone or tablet for 45 min., but this time with the innovative smartphone application running in the background (app use) and the same task. As in the first session, they were asked to define and locate the severity of any pain they experienced (Figure 1).

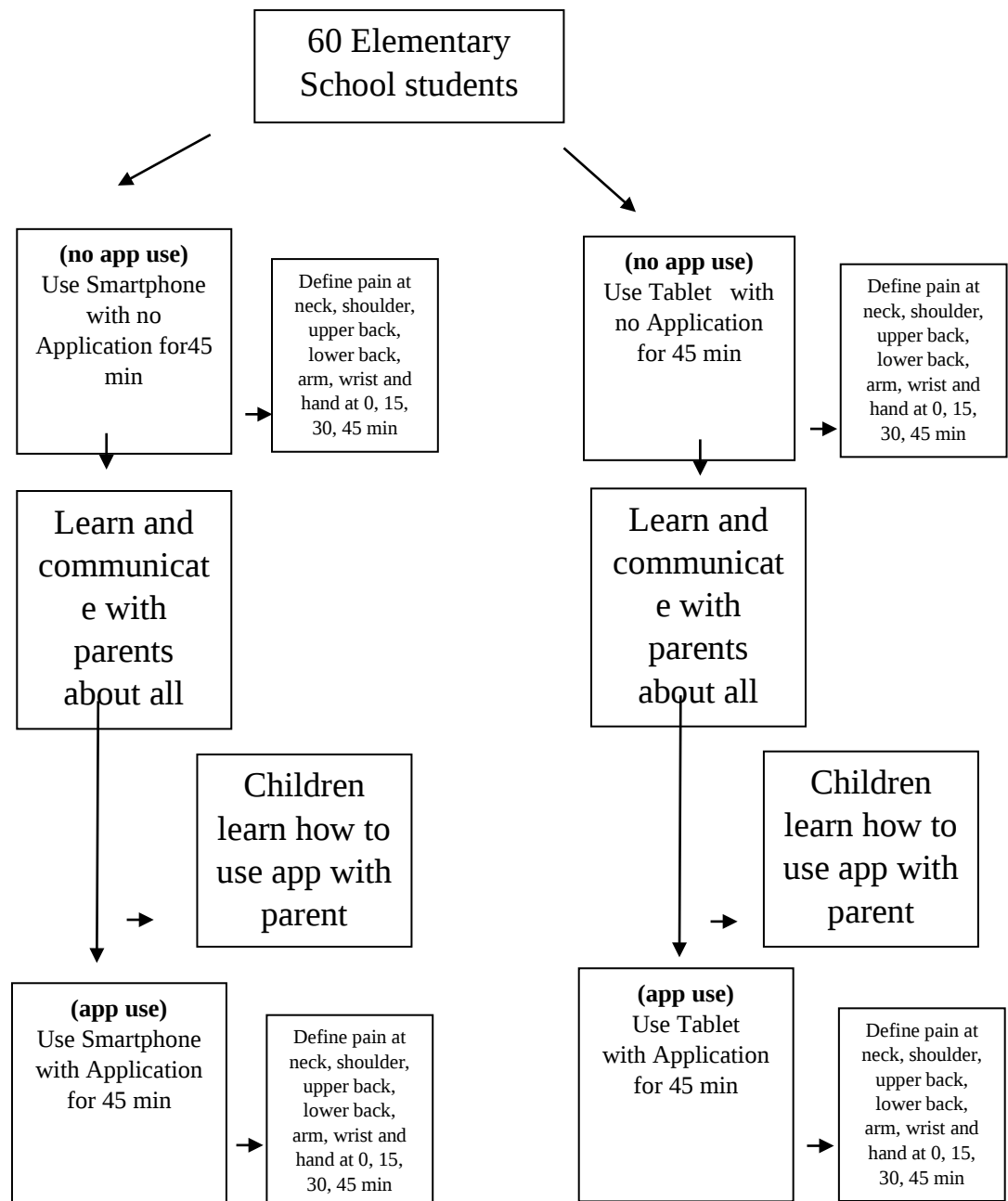


Figure 1. Procedure for smartphone/tablet study.

2.3 Pain and location of pain measurement

The FACES pain rating scale was used to measure the severity of pain. Participants pointed to the face that conveys how much pain they felt. Scores were 0, 2, 4, 6, 8, or 10, counting left to right, with “0” equalling “No pain” and “10” equalling “Severe pain” ($r=0.93$).⁽²⁸⁾ The locations of possible pain comprised five regions: neck (area beside neck from C1 to C7), upper back (area between midline and medial border of scapula from T1 to T7), lower back (area below scapula to L5), shoulder (area from midline lateral to acromion process), arm (area from arm to wrist), and wrist and hand (area from wrist to fingers).

2.4 Application

The smartphone/tablet app (Figure 2) consists of 2 main components:

1) Information to encourage good posture, hold device, place device on table, relax shoulders, take frequent breaks, and rest the eyes

This component of the app was accompanied by photos and text that encourage communication between parent and child to guide the child in using the mobile device in the correct posture. Sitting with good posture during mobile device use is important; this was explained before the study began. Children in a slouching position were reminded to correct their posture. The principles of frequent breaks with short durations every 15 min and occasional long breaks (such as going to talk with parent(s) or playing with friends) were explained in the application. The techniques of blinking eyes using 12-15 regular repetitions and resting eyes every 15 min by looking forward 3 meters were also explained. Reminders to drink water and have fruit instead of junk food were also included in the app. In the case of the tablet app, children were encouraged to place the tablet in a case and set it to tilt the screen upwards.

2) Pop-up screen warning

When the ergonomics application is running in the background, warnings are shown on the top left corner of the smartphone/tablet screen in clear and neat text, with a photo and a pleasant prompt noise. Each pop-up or warning reminds the user how to sit with correct posture during smartphone or tablet use. At the start of the study, children were reminded to handle smartphones with both hands, whereas children using tablets were reminded to prop the tablet on the table using the tablet case and place both hands by their sides during use or find an armrest if available. They were advised to take eye rests during mobile usage by looking forward about 3 meters for 15 seconds in intervals. Children were also asked to blink their eyes at least 15-20 times per min. The pop-up screen warning started to work when children clicked on the app icon to activate it.

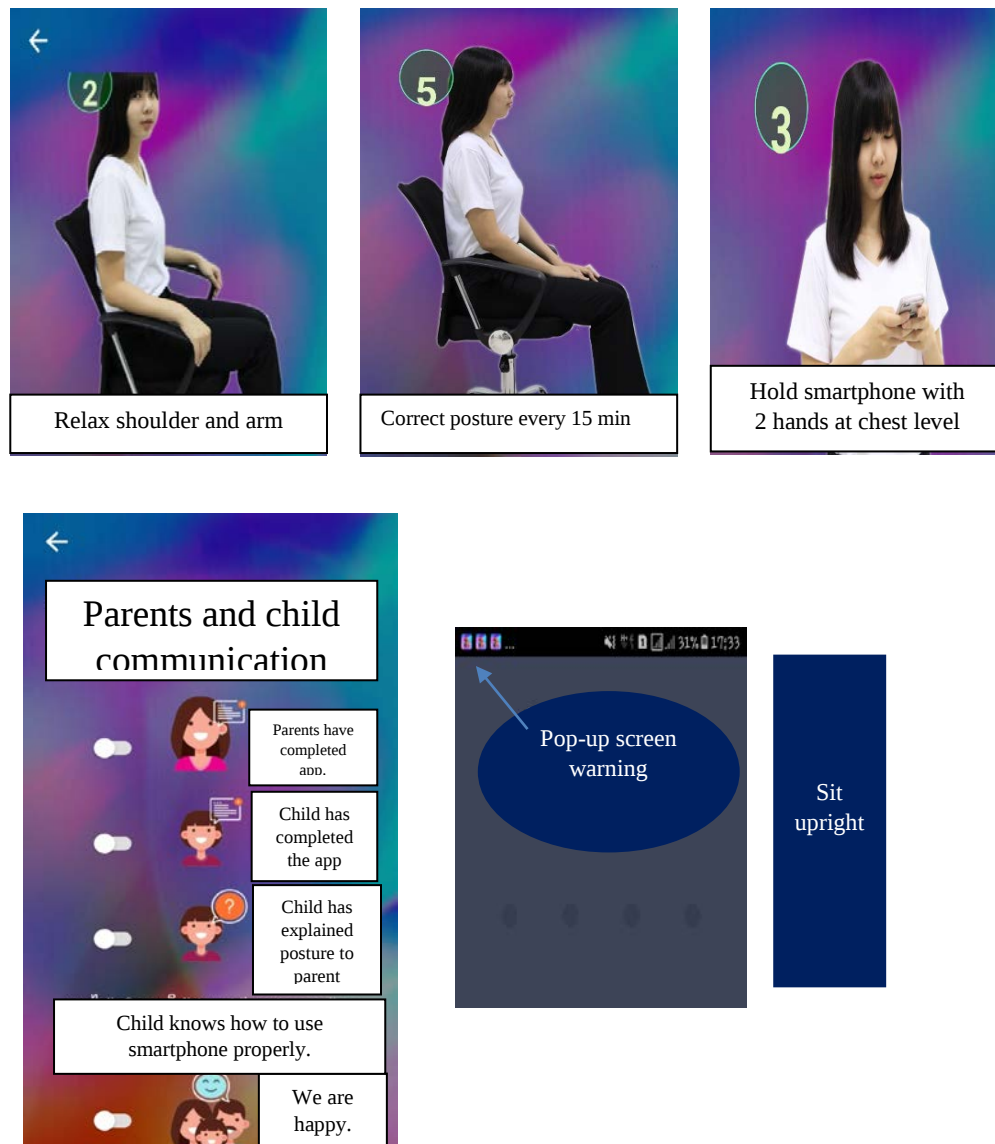


Figure 2 Information for parents and children in the app

Statistical Analysis

The normality of the distribution of participants' pain severity responses was analysed with a Komogorov-Smirnov test. The main hypothesis, that pain severity under the "app use" condition would be lower than under the "no app use" condition, was tested using a repeated-measures analysis of variance (ANOVA). Bonferroni post-hoc corrections were used to adjust for multiple comparisons when a significant difference ($p < 0.05$) in treatment means was observed. The statistical analyses were run under SPSS version 21 for Microsoft Windows.

3. Results

We report results first for the smartphone group then the tablet group.

3.1 Smartphone

For the smartphone group, neck pain in the “app use” condition was significantly lower than that of the “no app use” condition at 15 min (app use vs. no app use: 0.8 ± 1.5 vs. 2.8 ± 2.6 ; maximum pain score = 10) with a p value of 0.001 and at 30 min (app use vs no app use = 1.8 ± 2.7 vs 3.4 ± 3.1) with a p value of 0.013. Neck pain in the “app use” condition at 45 min tended to be lower than in the “no app use” condition but was not significantly different (2.7 ± 3.3 vs 3.7 ± 3.5) (Table 2, Graph 1).

Arm pain in the “app use” condition was significantly lower than in the “no app use” condition at 15 min with a p value of 0.004 (app use vs. no app use: 0.6 ± 1.4 vs. 1.5 ± 2.3) and at 30 min with a p value of 0.023 (app use vs no app use: 1.1 ± 1.7 vs. 2.2 ± 2.5).

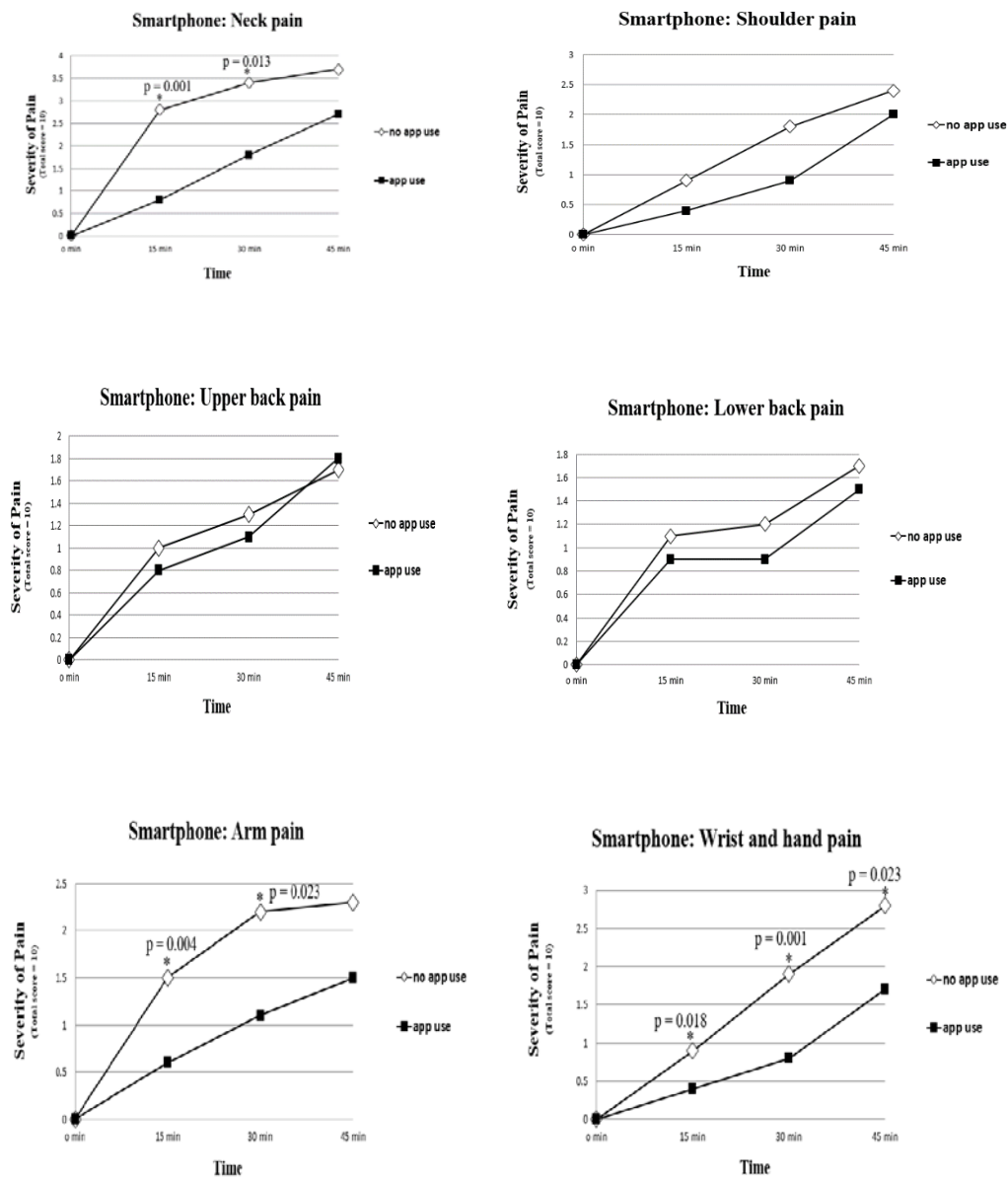
Wrist and hand pain in the “app use” condition was significantly lower than in the “no app use” condition at 15 min with a p value of 0.018 (app use vs. no app use: 0.4 ± 1.0 vs. 0.9 ± 2.2) and at 30 min with a p value of 0.001 (app use vs no app use: 0.8 ± 1.5 vs. 1.9 ± 3.5).

Although there was shoulder pain, upper back pain, and lower back pain during smartphone use under both the “app use” and “no app use” conditions, there was no significant difference between the conditions. Pain levels did tend to be lower in the “app use condition” in all cases (Table 2).

Table 2 Severity of pain at neck, shoulders, upper back, lower back, arm, and wrist and hand in “app use” and “no app use” for smartphone group

Time	Situation	Pain scale at six regions (total score = 10)					
		Neck pain	Shoulder pain	Upper back pain	Lower back pain	Arm pain	Wrist and hand pain
15 min	no app use	2.8 ± 2.6	0.9 ± 1.9	1.0 ± 1.8	1.1 ± 2.3	1.5 ± 2.3	0.9 ± 2.2
	app use	0.8 ± 1.5	0.5 ± 1.4	0.8 ± 1.6	0.9 ± 1.9	0.6 ± 1.4	0.4 ± 1.0
	ANOVA	p = 0.001*	p = 0.096	p = 0.713	p = 0.329	p = 0.004*	p = 0.018
30 min	no App use	3.4 ± 3.1	1.8 ± 1.9	1.3 ± 2.5	1.2 ± 2.2	2.2 ± 2.5	1.9 ± 3.5
	app use	1.8 ± 2.7	0.9 ± 1.5	1.1 ± 2.1	0.9 ± 2.0	1.1 ± 1.7	0.8 ± 1.5
	ANOVA	p = 0.013*	p = 0.190	p = 0.421	p = 0.652	p = 0.023*	p = 0.001*
45 min	no App use	3.7 ± 3.5	2.4 ± 2.7	1.7 ± 2.9	1.7 ± 2.6	2.3 ± 3.0	2.8 ± 3.5
	app use	2.7 ± 3.3	2.0 ± 2.7	1.8 ± 3.1	1.5 ± 2.9	1.5 ± 2.5	1.7 ± 2.6
	ANOVA	p = 0.507	p = 0.613	p = 0.638	p = 0.960	p = 0.079	p = 0.023*

*repeated measure ANOVA with p value of 0.05



Graph 1 Severity of pain at neck, shoulders, upper back, lower back, arm, and wrist and hand pain in “app use” and “no app use” conditions for smartphone group.

3.2 Tablet

In the tablet group, neck pain for the “app use” condition was significantly lower than in the “no app use” condition at 45 min with a p value of 0.023 (app use vs. no app use: 2.1 ± 2.6 vs. 4.1 ± 3.4) (Table 3, Graph 2). Neck pain in the “app use” condition at 15 and 30 min tended to be lower than in the “no app use” condition with p values of 0.07 and 0.09 respectively) but were not significantly different (Table 3, Graph 2).

Shoulder pain in the “app use” condition was significantly lower than in the “no app use” condition at 30 min with a p value of 0.007 (app use vs. no app use: 1.3 ± 1.7 vs. 2.9 ± 2.9) and at 45 min with a p value of 0.024 (app use vs. no app use: 1.6 ± 2.4 vs. 2.9 ± 3.5).

Upper back pain in the “app use” condition was significantly lower than in the “no app use” condition at 15 min with a p value of 0.046 (app use vs. no app use: 1.7 ± 2.2 vs. 1.1 ± 1.6), at 30 min with a p value of 0.105 (app use vs no app use: 1.5 ± 1.5 vs. 2.5 ± 2.8), and at 45 min with a p value of 0.014 (app use vs no app use: 3.0 ± 3.4 vs. 1.9 ± 2.2).

Lower back pain in the “app use” and “no app use” conditions was not significantly different.

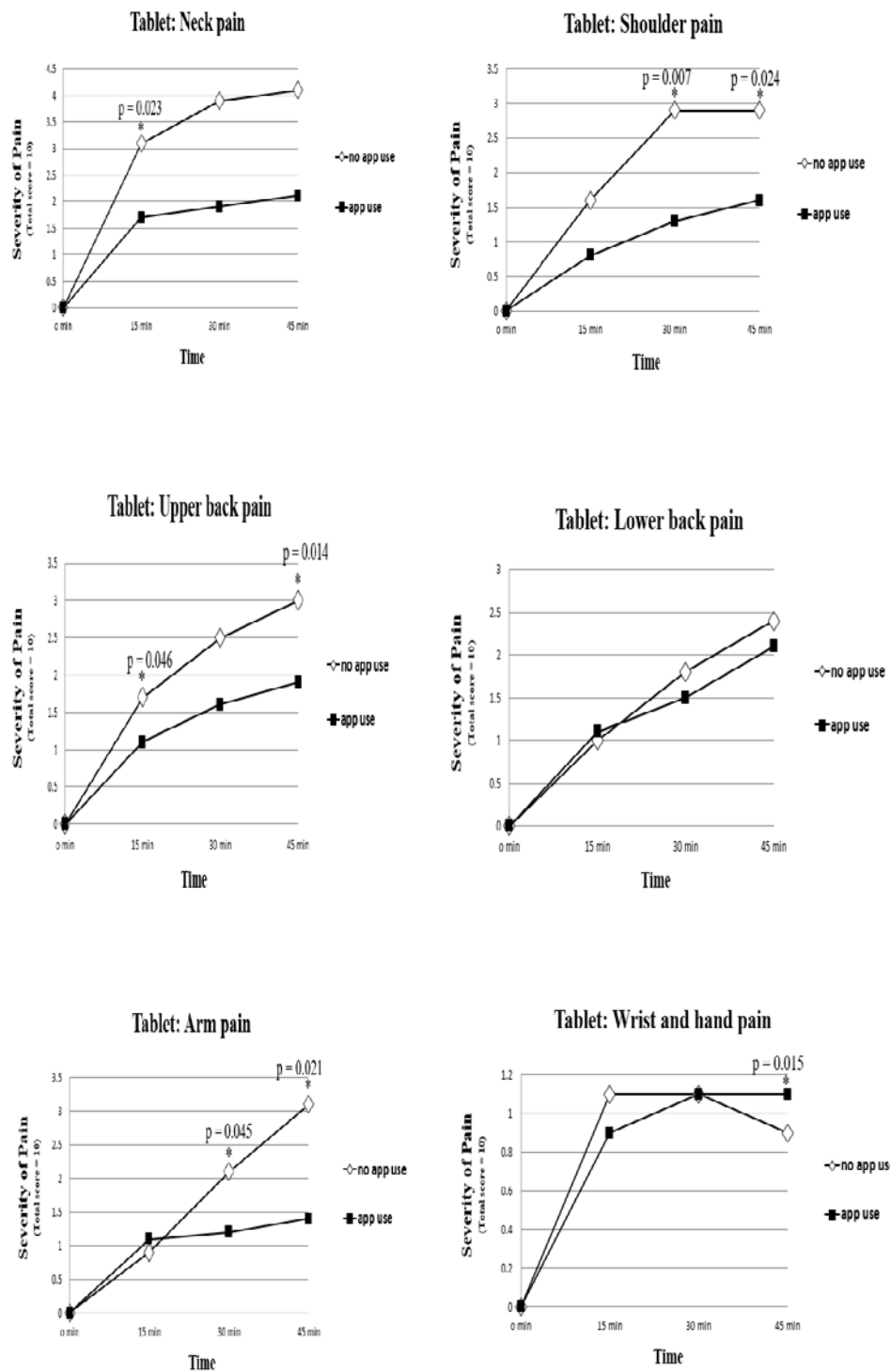
Arm pain in the “app use” condition was significantly lower than in the “no app use” condition at 30 min with a p value of 0.045 (app use vs. no app use: 1.7 ± 1.5 vs. 1.1 ± 2.5) and at 45 min with a p value of 0.021 (app use vs. no app use: 1.4 ± 2.1 vs. 3.1 ± 3.2).

Wrist and hand pain in the “app use” condition was significantly lower than in the “no app use” condition at 45 min with a p value of 0.015 (app use vs. no app use: 1.1 ± 1.6 vs. 0.9 ± 1.0). However, there was no significant difference between the “app use” and “no app use” conditions at other times.

Table 3 Severity of pain at neck, shoulder, upper back, lower back, arm, and wrist and hand pain in “app use” and “no app use” conditions for tablet group

Time	Situation	Pain scale at six regions (Total pain score = 10)					
		Neck pain	Shoulder pain	Upper back pain	Lower back pain	Arm pain	Wrist and hand pain
15 min	no app use	3.1 ± 2.8	1.6 ± 2.5	1.7 ± 2.2	1.0 ± 2.1	0.9 ± 1.8	1.1 ± 1.7
	app use	1.7 ± 2.1	0.8 ± 1.6	1.1 ± 1.6	1.1 ± 2.0	1.1 ± 1.6	0.9 ± 1.4
	ANOVA	p = 0.070	p = 0.057	p = 0.046*	p = 0.885	p = 0.959	p = 0.237
30 min	no app use	3.9 ± 3.1	2.9 ± 2.9	2.5 ± 2.5	1.8 ± 2.5	2.1 ± 2.5	1.1 ± 1.9
	app use	1.9 ± 2.1	1.3 ± 1.7	1.6 ± 1.8	1.5 ± 2.2	1.2 ± 1.5	1.1 ± 1.8
	ANOVA	p = 0.099	p = 0.007*	p = 0.105*	p = 0.856	p = 0.045*	p = 0.763
45 min	no app use	4.1 ± 3.4	2.9 ± 3.5	3.0 ± 3.4	2.4 ± 2.7	3.1 ± 3.2	0.9 ± 1.0
	app use	2.1 ± 2.6	1.6 ± 2.4	1.9 ± 2.2	2.1 ± 2.5	1.4 ± 2.1	1.1 ± 1.6
	ANOVA	p = 0.023*	p = 0.024*	p = 0.014*	p = 0.487	p = 0.021*	p = 0.015*

*repeated measure ANOVA with p value of 0.05



Graph 2 Severity of pain at neck, shoulders, upper back, lower back, arm, and wrist and hand in “app use” and “no app use” conditions for tablet group

4. Discussion

4.1 Smartphone

This is the first study on the development of a smartphone app to help children prevent the risk of musculoskeletal pain. The evidence clearly shows that children experienced increasing neck pain due to smartphone use⁽¹¹⁾ and some of them had moderate or severe pain after smartphone use for 40 min.⁽¹²⁾ Using the smartphone for 10 min with no breaks induces pain at the neck and shoulders, and smartphone use for 30 min led to upper trapezius fatigue.⁽²⁹⁾

The results of the current study clearly show that neck pain in the “app use” condition was significantly lower than in the “no app use” condition at 15 and 30 min. Children were given information on how to correct their posture via the pop-up screen warning during smartphone use. They were encouraged to learn about the information provided with their parents. Cardon et al. in 2000 found that encouraging good posture, which is part of back care education, was effective for elementary school children. Children in their study improved in protecting their lower and upper back areas.⁽³⁰⁾ The findings of this particular study relate to those of the study of Robbin et al. in 2009, who found that pop-up screen warnings raised awareness of good posture for children aged 11-12 years during computer use.⁽³¹⁾ The most important point in good posture is the linkage of the spine with anterior pelvic tilting, which leads to a more straight back posture while sitting.⁽³²⁻³⁵⁾ In good posture, the lumbar region, thorax, and neck are in neutral positions, which causes less load on the lumbar region, thorax, and cervical spine⁽³⁶⁾ and less muscle activity in the neck extensor.⁽³⁷⁾

Furthermore, the app reminded children to hold smartphone devices with two hands at chest level and place the screen close to eye level. It also encouraged children to relax their shoulders, place their hands by their sides, and have frequent breaks to look ahead about 3 meters for 15 seconds every 15 min. This helped them correct their head and neck posture from a tilting neck flexed posture to a neutral posture. The information and warnings provided by the app apparently help children prevent neck pain. Interestingly, after smartphone use for 45 min, neck pain in the “app use” condition (pain scale = 3.7, total score = 10) tended to be lower than in the “no app use” (pain scale = 2.7), but there was no significant difference between the two conditions. This can be explained by the observation that prolonged smartphone use, even with good posture, still accumulates pain in neck regions. Kim et al. in 2013 found that prolonged use of smartphones can induce changes in the cervical spine posture and proprioception.⁽²⁷⁾ Therefore, children should take occasional long breaks or walk to talk with their parents or play with their friends to have enough time to ensure ache prevention.

Arm pain in the “app use” condition was significantly lower than in the “no app use” condition at 15 min and 30 min (p value = 0.004, 0.023), and wrist and hand pain was significantly lower in the “no app use” condition at 15 min, 30 min, and 45 min (p value = 0.018, 0.001, and 0.023, respectively). Children were asked to correct their hand posture by holding the smartphone with two hands at chest level at the beginning and relax their shoulders, then afterwards, hang their hands beside their body. In addition, they were asked to take a short break after using the smartphone for 15 min and 30 min. Xie et al. in 2016 found that texting with both hands induced less shoulder pain.⁽²⁴⁾

However, there was no significant difference in the pain reported for the shoulder, upper back, and lower back between the “app use” and “no app use” conditions, even though the average severity of pain was less than 2.0. A previous

study found that smartphone use did not significantly affect pain in the shoulders, upper back, or lower back when compared with neck pain.⁽¹²⁾ This is consistent with the fact that mobile usage during the current study induced less severe pain in these areas than in the other areas. Readers may recall that the task in this study involved searching for English words, which is not a vigorous task and is highly unlikely to invoke clinical pain in said areas.

4.2 Tablet

This is likewise the first study on the development of a tablet app for children to help prevent the risk of musculoskeletal pain. The results showed that there was no significant difference in neck pain between the “app use” and “no app use” conditions at 15 min and 30 min; however, there was a significant difference in neck pain between the two conditions at 45 min ($p = 0.023$). This is not surprising, as little neck pain was found during shorter durations of tablet use, as the screen of the tablet is bigger, thus displaying text and photos larger and more clearly than in the smartphone case. However, after use for 45 min during the study, pain did accumulate.⁽²⁷⁾ It is clear that children in the “app use” condition experienced less pain than in the “no app use” condition. The app encourages children to sit upright at the beginning and urges them to correct their spinal alignment. The app guides children to place their tablet on the table with the case set so that the screen is close to eye level. This helps reduce neck flexed posture, as tilting the tablet screen surface from horizontal can reduce head/neck flexion.⁽³⁹⁻⁴²⁾ Placing the tablet in such a way can also help reduce neck pain and muscle activity.⁽¹³⁾

Shoulder and upper back pain in the “app use” condition was significantly lower than in the “no app use” condition. The app encourages children to sit with good posture at the beginning and place the tablet on the table with the case set instead of holding it, relaxing their shoulders and hanging their hands beside their body. After they had a short break, participants returned their neck to a neutral position. These tips helped children prevent pain in the shoulder and upper back areas.

Lower back pain did not show any difference between the two conditions. Participants did not report much lower back pain during the study, so we suspect it was minimal.^(13, 43)

Arm pain in the “app use” condition was significantly lower than in the “no app use” condition after use for 30 min and 45 min. After tablet use without the app for 45 min, arm pain in the “app use” condition rose to only 1.4 (of a maximum of 10), whereas pain in the “no app use” condition reached 3.1 in the same period. From these results, it is clear that the app helped to reduce pain in children by prompting them to use correct posture. Placing the tablet on the table enabled children to also rest their hands on the table, a stable surface, which in turn assisted them to have lower muscle activity in the shoulders.^(13,43)

Wrist and hand pain did not show any difference between the two groups, but at 45 min, the pain reported in the “app use” condition was significantly lower than in the “no app use” condition. Pain reported in this area was less than 1 (of a maximum of 10), which is consistent with other studies that found that mobile device did not induce much pain in the wrist and hand areas when compared with neck area⁽⁴⁴⁾.

Limitation of study

In the tablet study, two children could not complete the process of data collection; however, the sample size was calculated to cover this number of drop-out of participants. Children were asked to rate the pain they experienced on a scale of 0-10 through self-assessment with nonverbal instructions; therefore, wide standard deviations were found in the measured data. The process of parents and children learning from the app together was not completed in front of the assessor; instead, parents were surveyed on the results and sent results back after one week of learning about the app with their children.

5. Conclusion

For the smartphone study, neck, arm, and wrist and hand pain in the “app use” condition were significantly lower than in the “no app use” condition at 15, 30, and 45 min in children aged 8-12 years old. Moreover, for the tablet study, neck, shoulders, upper back, arm, and wrist and hand pain in the “app use” condition were significantly lower than in the “no app use” condition at 15, 30, and 45 min. We would recommend children to use the smartphone/tablet app to prevent risk of musculoskeletal pain caused during device usage.

Acknowledgments

This research was funded by Thailand Research Fund (TRF) grant MRG5980130 to PI. The authors would like to thank Ratrudee Sitthikornpaiboon and Hathaiphat Locaapichai for their help in data analysis and processing and also thank Khomsorn Khumpusa for his help in writing and revising the smartphone and tablet applications.

Conflict of interest statement

Authors Pattariya Intolo, Matthew Dailey and Sompop Rodamporn took part in developing the application. There is no conflict of interest or the appearance of a conflict of interest with regard to the study.

References

1. National Center for Education Statistics. Issue brief: Internet access in public schools and classrooms. 1999:1994-8.
2. Australian Bureau of Statistics. Children’s participation in cultural and leisure activities. Report#49010. Canberra; 2000.
3. Department for Education and Skills. ICT in school survey 2004. UK, HM, Government; 2004.
4. Interactive Educational Systems Design, Inc. (IESD). National survey on mobile technology for K- 12 education. Research report. Educator edition; 2013.
5. Office of Communication. Report on media literacy amongst children 2006. UK, HM, Government; 2006.

6. Harfield, A, Nang H, Nakrang J, Viriyapong R. A survey of technology usage by primary and secondary school children in Thailand. In 11th international conference on eLearning for knowledge-based society (eLearningAP 2014), Siam technology college, Thailand; 2014.
7. Widhiyanto A, Munawir A, Prayitno H. The effect of duration of smartphone usage on neck pain. *Dama International Journal of Researchers*. 2017;2(11):54-61.
8. Viriyapong R, Harfield A. Facing the challenges of the one-tablet-per-child policy in Thai primary school education. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*. 2013;4:9.
9. Kok A. Turkey: An in-depth exploration of 'FATİH' project. *Education in Eastern Europe and Eurasia*. 2014:163-84.
10. Dündar H, Akçayır M. Implementing tablet PCs in schools: Students' attitudes and opinions. *Computers in Human Behavior*. 2014;32:40-6.
11. Fares J, Fares Y, Fares M. Musculoskeletal neck pain in children and adolescents: Risk Factors and Complications. *Surgical Neurology International*. 2017;8(1):72.
12. Intolo P. Comparison of muscular pain during smartphone use among three age groups. Elementary school student, High school student and office worker. *Journal of Health Systems Research*. 2018;12(2):1-14
13. Intolo P, Prasongsansuk N, Srilabutr P, SittichoksakulchaiW, Khutok K, Baxter D. Pain and muscle activity of neck, shoulder, upper back, and forearm during touch screen tablet use by children. *Work*; 2019. (In press)
14. Straker L, Pollock C, Burgess LR, Skoss R, Coleman J. The impact of computer display height and desk design on muscle activity during information technology work by young adults. *J Electromyogr Kinesiol* 2008;18:606-17.
15. Friction JR. Myofascial pain. *Baillieres Clin Rheumatol*. 1994;8:857-80.
16. Sadagopan A, Manivel R, Marimuthu A, Nagaraj H, Ratnam K, Taherakumar et al. Prevalence of smart phone users at risk for developing cell phone vision syndrome among college students. *Journal of Psychology & Psychotherapy*. 2017;7(03): เลขที่หน้า.
17. Ihm J. Social implications of children's smartphone addiction: The role of support networks and social engagement. *Journal of Behavioral Addictions*. 2018;7(2):473-81.
18. Hong F, Chiu S, Huang D. A model of the relationship between psychological characteristics, mobile phone addiction and use of mobile phones by Taiwanese university female students. *Computers in Human Behavior*. 2012;28(6):2152-9.
19. Samaha M, Hawi N. Relationships among smartphone addiction, stress, academic performance, and satisfaction with life. *Computers in Human Behavior*. 2016;57:321-5.
20. Lam L, Peng Z, Mai J, Jing J. Factors associated with internet addiction among adolescents. *Cyberpsychology & Behavior*. 2009;12(5):551-5.
21. Liu C, Kuo F. A study of internet addiction through the Lens of the interpersonal theory. *Cyberpsychology & Behavior*. 2007;10(6):799-804.
22. Cardon G. Effects of back care education in elementary school children. *Acta Paediatrica*. 2000;89(8):1010-1017.

23. Institute of medical research and technology assessment, Ministry of public health. Clinical practice guideline of preventing and caring obesity. Bangkok: The agricultural co-operative federal of Thai and Ltd.; 2010. (in Thai)
24. Xie Y, Szeto G, Dai J, Madeleine P. A comparison of muscle activity in using touchscreen smartphone among young people with and without chronic neck-shoulder pain. *Ergonomics*. 2015;59(1):61-72.
25. Straker L, Maslen B, Burgess LR, Pollock C. Children have less variable postures and muscle activities when using new electronic information technology compared with old paper-based information technology. *Journal of electromyography and kinesiology*. 2009;19(2):132-143.
26. Intolo P, Shalokhon B, Wongwech G, Wisiasut P, Nanthavanit S, Baxter GB. Analysis of neck and shoulder postures and muscle activities relative to perceived pain during computer use at low-height table, sofa, and bed. *Work*. July 2019;63(3):361-7.
27. Kim G, Ahn C, Jeon H, Lee C. Effects of the use of smartphones on pain and muscle fatigue in the upper extremity. *Journal of Physical Therapy Science*. 2012;24(12):1255-1258.
28. Hicks C, Von BC, Spafford P, Van KI, Goodenough B. The faces pain scale – revised: toward a common metric in pediatric pain measurement. *Pain*. 2001;93(2):173-183.
29. Kim S, Koo S. Effect of duration of smartphone use on muscle fatigue and pain caused by forward head posture in adults. *Journal of Physical Therapy Science*. 2016;28(6):1669-1672.
30. Robbins M, Johnson I, Cunliffe C. Encouraging good posture in school children using computers. *Clinical Chiropractic*. 2009;12(1):35-44.
31. Caneiro J, O'Sullivan P, Burnett A, Barach A, O'Neil D, Tveit O et al. The influence of different sitting postures on head/neck posture and muscle activity. *Manual Therapy*. 2010;15(1):54-60.
32. O'Sullivan P, Grahamslaw K, Kendell M, Lapenskie S, Möller N, Richards K. The Effect of different standing and sitting postures on trunk muscle activity in a pain-free population. *Spine*. 2002;27(11):1238-1244.
33. Nordin M, Frankel VH. *Basic biomechanics of the musculoskeletal system*. 3rd ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2001.
34. Shaghayegh FB, Ahmadi A, Maroufi N, Sarrafzadeh J. Evaluation of forward head posture in sitting and standing positions. *European Spine Journal*. 2015;25(11):3577-3582.
35. Hansraj KK. Assessment of stresses in the cervical spine caused by posture and position of the head. *Surg Technol Int* 2014;25:277-9.
36. Xie Y, Szeto G, Madeleine P, Tsang S. Spinal kinematics during smartphone texting – a comparison between young adults with and without chronic neck-shoulder pain. *Applied ergonomics*. 2018;68:160-168.
37. Intolo P, Sirininlakul N, Saksanit N, Kongdontree P, Thuwatorn P. Pain and muscle activity of neck, shoulder, upper back and arm during smartphone use in Women aged 18-25 years old. *Journal of health systems research*. 2016;10(3):1-10
38. Young JG, Trudeau M, Odell D, Marinelli K, Dennerlein JT. Touch-screen tablet user configurations and case-supported tilt affect head and neck flexion angles. *Work*. 2012;41:81–91.
39. Freudenthal A, van Riel MP, Molenbroek JF, Snijders CJ. The effect on sitting posture of a desk with a ten-degree inclination using an adjustable chair and table. *Apply Ergonomic*. 1991; 22(5): 329-36.

40. Bridger RS. Postural adaptations to a sloping chair and work surface. *Hum factors*. 1988; 30(2): 237-47.
41. Albin T, McLoone H, editors. Effect of tablet tilt and display conditions on user posture, performance and preferences. Proceedings of the 10th applied ergonomics conference, Dallas, TX: Institute of Industrial Engineers; 2007.
42. Intolo P, Prasongsuk N, Sirabuth P, Sitheshoksakul V, Kutok K. Pain and muscle activity of neck, shoulder, upper back and forearm during touch-screen tablet use on the lap, on the table, and on the table with a case set in children. Proceedings of the human factors and ergonomics society of Australia, Perth, Australia; 2013.
43. Young JG, Trudeau MG, Odell D, Kim M, Dennerlein JT. Wrist and shoulder posture and muscle activity during touch-screen tablet use: Effects of usage configuration, tablet type, and interacting hand. *Work*. 2013; 45(1): 59-71.
44. Namwongsa S, Puntumetakul R, Neubert MS, Boucaut R. Factor associated with neck disorders among university student smartphone users. *Work*. 2018; 61: 367-78.