

三輪機車騎乘安全特性之探討

曾柏興¹

摘要

三輪機車為近年國內推行的新型重型機車，許多傳統二輪機車騎乘者對此類車輛的認識較為不足，過去的文獻常以機械原理或實驗模擬的角度探究此議題，本研究主要透過文獻回顧並訪談10位不同領域專家訪談來探究三輪機車的安全特性，研究發現受訪者普遍認為騎乘者應強化對於車輛性能的安全認知，並重視路權觀念來遵照道路交通安全規定來行駛。再者，應評估自身的條件來選擇合適的三輪機車，並做好維修保養相關工作。研究成果可提供警政、車輛監理、交通管理單位等相關單位提供政策管理、法規修訂與事故防範的參考建議。此外，研究發現可提供現有三輪機車騎乘者與未來潛在族群之參考。

關鍵字：三輪機車、安全、道路、訪談

一、前言

三輪機車屬於大型重型機車²，各國對該車型的定義仍有所不同，然一般研究指出透過輪胎配置的改良(如前一後二或前二後一)與智慧操控性能的設計，可改善傳統二輪機車在操控上的限制(如在濕滑路面過彎容易造成輪胎打滑)，進而減少危險事故的發生(Dižo and Blatnický, 2019)。目前交通部已將三輪機車的車輛安全檢測項目與駕照考取資格納入規定，若駕駛者自行將二輪機車改裝成三輪機車或三輪貨車(非原廠生產與設計)，則無法領用牌照行駛於道路³。過去國內關於三輪機車的研究多著重於實驗模擬與參數調控驗證(如陳靖昇，2019；陳肇隆，2019；Dižo and Blatnický, 2019)，質性方面的研究仍十分有限，故本研究藉由文獻回顧，透過訪談方式探討四類領域專家(含警察機關、監理機關、業者、學者等)對於三輪機車騎乘安全特性的看法，期盼透過多元角度來進一步思考如何改善現行騎乘者可能面臨的問題，提供相關政策建議以確保騎乘者與其他用路人的安全性，研究成果可提供警政機關(如各縣市交通警察大隊)、交通部(含監理單位)供修訂法規制度參考。對車輛製造商、營運商而言，可提供車型改良、研擬操控系統發展策略、修訂安全騎乘手冊之參考。

¹國立臺灣海洋大學航運管理學系助理教授(聯絡地址：基隆市中正區北寧路2號，電話：02-24622192轉3432，E-Mail: phtseng@mail.ntou.edu.tw)。

²依道路交通安全規則第3條，大型重型機車汽缸總排氣量逾250立方公分。專供肢體障礙身心障礙者使用者的三輪機車則不在本研究探討範圍，其相關規定可查閱道路交通安全規則第16條與38條。

³違法者應依道路交通管理處罰條例第12條第1項第2款之規定處罰(內政部警政署72年6月20日警署交字第25010號函)。

二、文獻回顧

2.1 三輪機車簡介

現行三輪機車的款式相當多元，根據使用的用途(如休閒、運動、郵務、物流、警務等)、配置設備(如速差器⁴、前後連動煞車系統、懸吊系統、ABS 防煞車鎖死系統、倒車檔)、機車重量的差異性，車輛的操縱也會有所不同。現行國內交通警察(如臺北市、新北市、基隆市)已開始使用三輪機車(如圖1)，交通員警在經過駕照考取與通過一定時數駕駛訓練後即可騎乘執行勤務工作，日本的街道常見的三輪機車多使用於物流運輸(如餐飲店外配送)，車體較為輕型(如圖1)。



圖1 臺灣警務用三輪機車與日本三輪機車

資料來源：作者

表1簡介國內三款常見的三輪機車，宏佳騰的3D-350R 車款強調前後煞車系統來強化車輛的制動力，藉由駐車拉桿裝置讓車輛於停等紅燈時，不需將雙腳踏置地面即可維持機車平衡，車輛行經坑洞時能有效減緩震動且避免車輛打滑，並透過數位偵測器(如胎壓偵測)來協助車主瞭解目前車輛的狀況。YAMAHA 的 Tricity 155車款強調 ABS 防煞車鎖死系統，透過懸吊避震器來緩衝路面段差之衝擊。ADIVA 的 AD3 400車款在外型上多了擋風鏡與敞篷式伸縮摺疊屋頂，所配置的懸吊系統能有效防震，上述三款車型皆強調藉由車輪的三輪空間來提高騎乘的舒適性與安全性，且藉由逆操舵(counter steering)⁵特性來協助機車順利過彎(Keith, 1997)。

⁴ 因車輛轉彎時外側輪胎的路徑要比內側輪胎的路徑大，可藉由速差器來彌補速度上的差異。

⁵ 將把手往右轉彎、車身會往左傾倒。反之則相反，其可利用重力提供向心力，協助機車精準與快速過彎。

表1 國內三款三輪機車簡介

	AEON (宏佳騰)	YAMAHA(三葉)	ADIVA(亞帝發)
	3D-350R	Tricity 155	AD3 400
			
產地	臺灣	臺灣	義大利
引擎型式	單缸單凸輪軸 SOHC 四行程四汽 門水冷引擎	水冷4行程 單缸 4V	單缸四行程
售價	新台幣 288,000元 (參考)	新台幣 186,000元(參考)	新台幣388,000元(參考)
長 / 寬 / 高	2,150 mm×840mm×1,340 mm	1,980mm×750 mm×1,210 mm	2,175mm×820mm×1,770mm
排氣量	346 C.C. (黃牌重機)	155 C.C. (白牌重機)	399 C.C. (黃牌重機)
最高馬力	30hp/7,500 rpm	11.1kw/8,000 rpm	36,74hp/7,250 rpm
油箱容量	13.5L	7.2 L	12.2L
淨重量	224 Kg	165 Kg	257 Kg
燃料效率	21.7公里/公升	43.3公里/公升	約17公里/公升
安全系統	<ul style="list-style-type: none"> ■前後連動煞車系統 (Combined Braking System, CBS) ■特殊懸吊系統 (Hydraulic Tilting System, HTS) 	<ul style="list-style-type: none"> ■防煞車鎖死系統(Anti-lock Braking System, ABS) ■前後連動煞車系統(Unit-lever Braking System, UBS) ■特殊懸吊系統(Leaning Multi Wheel, LMW) 	<ul style="list-style-type: none"> ■防煞車鎖死系統 (Anti-lock Braking System, ABS)

資料來源：

<https://www.aeonmotor.com.tw/pages/3d-350r/>

https://www.yamaha-motor.com.tw/news/news_202103_Tricity.aspx

<http://www.adiva.com.tw/model/AD3-400>

2.2 三輪機車相關文獻

過去國內的文獻大多從機械原理與實驗模擬的角度探討三輪機車的特性，譬如吳嘉銘(2007)認為傳統二輪機車在濕滑或砂石路面容易翻覆產生危險，其提出一款改良可內傾三輪機車，使車輛轉向不受車身傾斜而連動，提高騎乘的安全性。邱文傑(2009)分析三輪機車穩態過彎的行車狀態、轉向力矩與轉向特性，並調整機車幾何參數、輪胎角度、側傾機構尺寸來觀察對車輛特性的影響。王瑞福(2011)指出若要提高三輪機車(前一後兩)抗翻覆性與側滑車速，可改良後輪的內傾機構與增加前輪的配重。許振達(2012)利用電腦模擬探討二輪與三輪機車轉向的側向(lateral)、偏搖(yaw)、側傾(camber)、轉向(steering)的動態特性，比較兩款車型的操控性與安全性。廖益園(2013)探討可側傾三輪機車的自動鎖定系統，進行整車動態分析與模擬，研究發現所提出的控制邏輯與阻尼力控制可提升操作的穩定性與安全性。楊哲東(2013)利用一部三輪人力傾斜機車為平台，研究機構設計、電控液壓迴路設計、整車控制系統，自動鎖定控制器設計等。

詹紀為(2013)探討電動三輪載貨機車設計，其指出可透過前車身的傾斜來提高機車抗翻能力，且強化高速過彎的安全性。徐新閔(2013)設計一款三輪式智慧型機器人載具，開發兩邊各兩組四連桿式前輪轉向機構，幫助騎乘者輕鬆改變重心過彎，且能提高煞車的穩定性。徐聿暉(2014)認為三輪機車有較大的承載能力，但可能較不易過彎，其提出改良車身的設計以減少停車時所需的空間。簡上軒(2014)提出一款三輪輕載型車輛的自動側傾控制技術，研究車輛轉向動態模擬。關國宏(2016)指出三輪機車的重心較高且車體重量大，在騎乘時若車身角度過大加上騎乘者的晃動可能會造成車輛翻覆，若騎乘者未解除防傾側裝置時，可能發生無法轉彎情形。陳要汀(2016)以平行四連桿機構設計一台可傾式三輪電動機車，藉由測試改機車的性能與體驗，提出後續改良的建議。吳政杰(2016)利用三輪機車動態特性模擬各項數值分析，研究發現增加轉彎補償比未作補償可提高轉項特性與轉彎半徑。龔冠文(2017)選定特定廠商的前二後一型三輪機車，針對懸吊機構進行模擬分析。陳昀劭(2018)指出在機構學方面，三輪機車比二輪機車安全，但製造成本相對較高，相較於歐美高所得水準國家，臺灣三輪機車仍有許多問題須面對。陳靖昇(2019)探討三輪機車車架與操控性，透過不同參數設計來模擬不同的騎乘情境產生的效果。陳肇隆(2019)認為三輪傾側機車有較高的穩定性，藉由模擬轉向設計、懸吊設計來觀察行車的操控特性。

巫翊境、丑宛茹(2018)從設計角度探討公路越野三輪機車概念，其指出公路越野機車的輪框應具有較大韌性，使機車騎乘於顛頗路面或泥地中獲得更多的抓地力，該種車輛可透過配置鋼絲輪框(Spoke Wheels)使輪胎受力平均而達到較佳的韌性，但該種車輛的輪胎安裝內胎提供氣密性，但因剛性不佳，不建議騎乘於一般道路。在斯里蘭卡，街道上常見到的三輪機車(在當

地稱嘟嘟車(Tuk Tuk)則用於載客(如圖2)，類似較為便宜的計程車，但該車輛尚不能行駛於高速公路。



圖2 斯里蘭卡可倫坡載客用的三輪機車

資料來源：作者

Devasurendra et al. (2017)根據斯里蘭卡2010~2014年不同車種事故發生統計資料分析顯示，二輪機車(motorcycle)的事故發生比例(26%~28%)高於三輪機車(Three wheelers)(13%~17%)，雖然三輪機車事故發生率相較二輪機車為低，但其車體較重，若發生事故時產生的嚴重性可能比二輪機車大。Vadvsinghe et al. (2018)蒐集斯里蘭卡2005~2014年132筆三輪機車事故資料進行分析，研究發現男性發生事故比例為女性的5倍，主要年齡層在21~30歲(28.8%)，其次為31~40歲與41~50歲(皆15.9%)，駕駛者傷亡佔57筆(43%)，乘客佔75筆(57%)，在死亡事故中以頭部受創為最多，其次為胸部、腹部、頸部⁶。Dižo and Blatnický(2019)模擬三輪電動機車在不同速度(時速10~30km/hr)與道路狀況(良好水泥路面~破損鋪面)時，每個輪胎所展現出來的性能效果。

三、研究方法

本研究採立意取樣(purposive sampling)挑選10位專家並取得同意受訪意願，受訪專家的任職單位包括交通警察機關共3位(含臺北市政府警察局交通警察大隊、臺北市政府警察局北投分局交通分隊)，監理機關共2位(含臺北市區監理所、臺北市區監理所基隆監理站)、三輪機車業者共3位(含基隆市、臺北市、新北市)與學者共2位(任職於國內運輸管理相關科系)，共計10人(如表3所示)，受訪者的工作背景應機車交通安全有直接相關且工作年資應達10年以上，以確保訪談內容具有專家效度性。在進行訪談前一周先以Email提供訪談大綱，並於約定日期進行專家訪談，每位訪談約30分鐘~1小時，訪談大綱如(1)請問您對於現行三輪機車騎乘安全有甚麼看法，(2)從改善三輪機車騎乘安全角度，您有什麼建議嗎，訪談結束後則針對訪談內容進行逐字稿分析，擷取文字重點與編號內容分析，訪談實施方法遵照學術倫理規範並歸納不同領域專家的看法(Christians, 2011)，實施日期為110年8月10日~110年8月31日。

⁶斯里蘭卡的三輪機車的車型多為載客用(如圖2)，與國內現行的主要三輪機車車型(如表1)仍有差異，且該國的道路環境與安全駕駛文化與我國不同，故其事故統計資料僅作參考。

表3 受訪專家背景

單位	年齡	教育程度	職務名稱	工作年資
交通警察 機關	31~50 歲	碩士	員警	16~20 年
	41~50 歲	碩士	警務佐	21~25 年
	51~60 歲	碩士	巡官	16~20 年
監理機關	51~60 歲	碩士	股長	16~20 年
	51~60 歲	碩士	副站長	21~25 年
機車業者	41~50 歲	大學	店長	21~25 年
	51~60 歲	專科	店長	26~30 年
	51~60 歲	專科	店長	21~25 年
學者	41~50 歲	博士	副教授	16~20 年
	51~60 歲	博士	教授	21~25 年

四、研究發現

4.1 警察機關看法

1. 請問您對於現行三輪機車騎乘安全有甚麼看法?

在2016年後，目前國內交通警察已開始使用雙前輪三輪機車，在所購置的三輪機車進行一些改裝後(如警示燈、蜂鳴器、行車紀錄器、警報擴音器)，員警取得大型重機駕照且經過訓練後即可進行勤務工作，該車輛為350C.C.，屬於大型重型機車，可行駛於平面道路、高架道路、山區與郊區道路，在高速過彎時，可增加外側輪胎的接觸面積，使車輛抓地力較強，可提供較高的穩定性。車子右前方有連動煞車系統，員警在指揮或使用擴音器時，可便於將車輛穩定停住。再者，此款三輪機車體型較一般二輪機車大，警察行駛於道路上具有一定程度的威嚇力。不過為確保用路人安全，每年這些騎乘三輪機車員警會去安全駕駛中心受訓，廠商也會提供騎乘技術指導。在選購機車時，會選用坐姿比較直挺的車款，以降低騎乘時的疲勞感。

2. 從改善三輪機車騎乘安全角度，您有什麼建議嗎?

雖然市面上推行的三輪機車皆強調其具有安全性，回歸騎乘基本原則，騎乘者若能遵照道路交通安全規則(包括戴合格安全帽、勿酒駕與超速、注意車前狀況、持有合法駕照等)，重視路權概念，有效的安全駕駛行為可降低潛在的道路危險，目前取締三輪機車違規情形尚不多見，可能與目前使用族群並不多有關。再者，應注意所騎乘的機車是否能上快速道路，AEON的3D-350R與ADIVA的AD3 400屬黃牌重機，可行駛於快速道路⁷，YAMAHA的Tricity 155屬於白牌重機，禁止進入快速道路，騎乘者應遵照道路交通安全規則第88條相關規定⁸。

⁷ <https://168.motc.gov.tw/theme/news/post/1906121101689>

⁸ <https://law.moj.gov.tw/LawClass/LawSingle.aspx?pcode=K0040013&flno=88>

4.2 監理機關看法

1. 請問您對於現行三輪機車騎乘安全有甚麼看法?

目前國內推出的三輪機車皆須經過車輛安全檢測(如汽缸總排氣量、馬力、車速等)，否則不能領牌騎乘於道路上。各國對於機車的安全法規皆有不同，譬如美國聯邦運輸部(Department of Transportation)對於車輛管理採自我認證制度，但仍須符合聯邦機動車輛安全標準(Federal Motor Vehicle Safety Standard)，但聯邦運輸部仍會針對車輛事故原因統計、消費者投訴情形，針對不安全的車輛進行調查，若有嚴重缺陷，可要求業者將已售出車輛召回改正。目前市場上推出的三輪機車皆強調具有安全性(如避免車輛鎖死、提高車輛煞車能力)，因目前騎乘三輪機車的族群仍屬不多，仍有待未來有更多人騎乘後逐步發現待改善的缺點。

2. 從改善三輪機車騎乘安全角度，您有什麼建議嗎?

建議騎乘者仍應多瞭解車輛的操控技術與車輛特性，強化故障排除的技能，以降低事故的發生。過去曾聽過在日本，有駕駛者騎乘三輪機車於下坡路段，因無法有效右轉導致車輛翻車造成人員受傷，故建議騎乘者在正式上路前應多加練習，以保障自身與他人安全。此外，所購置的車輛出廠後勿任意改裝，如需改裝，應回監理單位再次檢查取得安全審驗認證後才可行駛於道路上，目前交通警察與消防隊可能因勤務需要(如緊急救難用)，需改裝原本的車輛或增加其他配備(如警示燈、蜂鳴器、無線電廣播)，騎乘者對於這些改裝後的車輛仍需經過相當的訓練後才可上路。

4.3 機車業者看法

1. 請問您對於現行三輪機車騎乘安全有甚麼看法?

各國皆有推出不同款式的三輪機車，大部分車輛機構設計皆有專利，國內引進的三輪機車皆有經過安全檢測(如車輛測試研究中心⁹)，有些騎乘者認為三輪機車轉彎不易或需較大的轉彎半徑，現行三輪機車的懸吊結構已加以改良，可讓車輛過彎時比二輪機車更為平穩。相較於對傳統二輪機車騎乘技術不佳者，三輪機車是一種替代方式，然仍須注意現行所銷售的三輪機車在高速過彎超過某個角度時，仍然會翻車，騎乘仍須注意安全駕駛行為。再者，臺灣有些街道道路狹小，騎乘三輪機車時仍須注意與其他用路人保持安全距離。通常我們會特別瞭解消費者購買三輪機車的原因，藉以提供選購的參考意見，並補充說明不同廠牌三輪機車的騎乘差異性，以避免消費者對某一品牌三輪機車存有刻板印象，而誤以為所有三輪機車皆有相同特性，造成未來騎乘時存在不確定的危險潛在因子。目前三輪機車的車重皆超過165公斤，部分使用者曾反映在牽車時因力量不足而造成困擾，其間接也是形成一種安全問題。同時也有人反映車體過大，在停車時擔心與他車造成碰撞。

2. 從改善三輪機車騎乘安全角度，您有什麼建議嗎?

⁹ 車輛測試研究中心(Automotive Research & Testing Center). <https://www.artc.org.tw/>

有部分的三輪機車購買者是透過不同經銷商購入(如從印尼進口),俗稱水貨,其車輛的零組件有別於其他國家(如泰國進口),車輛在行駛一段時間後仍需進行維修保養,但購買水貨的車主等待車輛零組件(如煞車皮)的時間就會比主流的進口車款時間為長,因此建議購買水貨的車主應多準備待用的零組件,以免車輛重要零件無法更換造成騎乘時發生潛在危險。此外,騎乘三輪機車的保養成本(如輪胎或傳動皮帶更換時)也傳統二輪機車高,購買前應先考慮整體的支出成本,勿因節省保養成本而讓所騎乘的機車變得更危險。再者,過去曾聽過有人在不同時間騎乘二輪與三輪機車,因兩種車型的操控性能仍有差異,譬如兩種車款安全過彎的角度不同,騎乘者必須有安全的認知。最後,建議騎乘者可根據外出的目的(如長程、短程)來選擇合適的車型,勿因受車輛外型或售價的影響而選擇對自己較為不安全車種來騎乘。

4.4 學者看法

1.請問您對於現行三輪機車騎乘安全有甚麼看法?

三輪機車應具備短輪距設計與可側傾功能以增加操控的靈活性與穩定性,雖然市面上的銷售的三輪機車(如前二後一)皆為檢測合格,但騎乘者仍需要有良好的駕駛技巧,因車體較大,在欠缺騎乘經驗情況下,對於車速、油門控制、轉向控制可能會感受操控不易。面臨全球暖化議題,未來三輪機車將因應不同市場族群開發出推動電動型車輛(輕型載具),屆時若能推出體型較小的智慧化輕型電動三輪機車,應能提高操控的便利性與安全性。

2.從改善三輪機車騎乘安全角度,您有什麼建議嗎?

政府機關與業者應持續蒐集騎乘者的回饋建議,進而作為未來研發新款車輛性能與道路相關法規修訂之參考,期盼未來推出的三輪機車能夠更智慧化,譬如當感測將發生翻車危險時,能有自動校正的功能(由引擎提供最適當的輸出動力,維持車子正確方向),或者車子轉向不足時,車子可由轉彎的內側後輪增加制動力,對車子產生轉向力矩,以免車子打滑。再者,每人適應所騎乘車輛的時間不定(如重機騎乘者與一般輕型機車騎乘者對於車輛控制能力不同),建議騎乘車應考量自身的駕駛技能與體型來挑選車款。三輪機車的重量大於傳統二輪機車,騎乘者在單獨騎車與載人時對於車輛的控制力也會有所不同,故騎乘者對於車輛的駕駛能力與遵守道路安全規則仍是防範事故發生的重要關鍵。關於三輪機車被載者,仍須注意乘坐時的安全性,防範騎乘者遇到突發狀況而產生意外事故發生。

4.5 綜合評論

所受訪的不同領域專家藉由本身經驗提出關於三輪機車騎乘安全的看法,研究發現目前警察機關的員警已有騎乘三輪機車進行勤務工作,對於騎乘員警的教育訓練特別重視,也會注意長時間騎乘時可能產生的疲勞感並選購上強調騎乘的舒適感,警方對於用路人的建議則偏重道路交通法規面的遵守,強調路權的合法性、駕駛資格與重視個人的防護裝備,由於目前市面上

騎乘三輪機車的族群相較不多，受訪警察認為相較而言騎乘三輪機車違規的情形尚不多見，仍有待未來使用族群逐漸增加後，才能進一步瞭解潛在的違規情形，進而針對現行法規與道路管理措施進行修訂與改善。監理機關重視車輛檢驗的安全性，且建議騎乘者應先取得合法駕照並強化駕駛技能再上路，警察或消防機關可能因勤務需要將原廠車輛進行改裝，其建議其他用路人勿因個人偏好將所購置的車輛進行非法改裝，以免破壞機車的安全性能與實用性。機車業者偏重在說明兩輪機車與三輪機車於操控上的差異性，並好奇消費者購買三輪機車的原因，藉此收集消費者的意見以作為公司進行行銷推廣策略，業者多會建議消費者應評估自身的狀況來選擇合適的車種，且重視車輛保養與零件汰換工作，以維持車輛行駛狀況的安全性。學者方面，其多以本身的專業背景來提出看法，整體而言，他們多以較為宏觀的角度來看待三輪機車未來的安全性能發展，期許未來能研發不同特性的車款(如引擎改良、節能效果等)以滿足不同使用族群的需要，期待後續研發者或銷售者能蒐集更多騎乘者的建議以作為未來車款改良之參考，且騎乘者與被載者皆須有安全認知以防範潛在的危險發生。現行所推出的三輪機車其安全配備與行駛穩定性已較傳統二輪機車改善許多(如將防煞車鎖死系統列為必要配備)，然騎乘者對於熟悉三輪機車的操控程度不同，騎乘者應瞭解車輛在不同道路特性或天候情況所產生特性，以減少意外事故的發生。

五、結論與建議

5.1 結論

現行三輪機車已逐漸廣泛應用於不同用途，如警務用、消防、郵務、物流、休閒、通勤等，目前常見的品牌包括 AEON (宏佳騰) 3D-350R、YAMAHA(三葉) Tricity 155、ADIVA(亞帝發) AD3 400，本研究整理過去文獻並透過專家訪談(含警察機關、監理機關、機車業者、學者)探討如何強化三輪機車騎乘安全性的相關議題，提出下列六點結論，第一，目前所銷售的三輪機車皆有配置良好的安全裝置(如側傾式懸吊系統、防鎖死煞車系統、前後連動煞車系統)以防範潛在的危險，每個輪胎提供獨立的避震器以提高過彎的穩定性。第二，騎乘者本身的駕駛技能與遵守道路規則態度等仍扮演重要角色，勿因太相信車輛的安全性而出現危險行為(如高速過彎)，騎乘時仍應保有適當的風險認知且具備緊急應變的能力，並能熟悉車輛在不同路況(如平面道路、丘陵地、砂石路面、柏油路面、行經人孔蓋、道路坑洞時等)與天候條件(如晴天、雨天等)下所表現出的特性。第三，三輪機車屬於特殊重型機車，部分機件更換仍需至專門店維修店，騎乘者應備妥常用汰換零組件，以免遇到供貨不足導致無法定期做好車輛維修保養相關工作。第四，三輪機車的車體較重，對於力量較小的騎乘者於牽車時可能會造成困擾，在選購與騎乘三輪機車時應事先衡量本身的條件是否適合。第五，現行三輪機車使用族群仍屬不多，未來仍有待更多使用者騎乘後，藉由其意見反映來逐步改善車輛的性能與特性，車輛研發商與經銷商亦持續開發適合不同使用族群的智能安全車款，以提高騎乘時安全性與舒適性。最後，交通安全首重人、車、路、環境，三輪機車騎乘者在能兼顧上述因素情況下，將有助

於確保自身與其他用路人的安全性，降低意外事故的發生。

5.2 建議

根據研究發現，本研究提出以下三點建議。首先，在騎乘者方面，由於三輪機車與傳統二輪機車特性略有不同，騎乘者應具備良好的平衡感與車輛操控能力，穿戴合格安全配備¹⁰，現行三輪機車有白牌與紅牌之分(詳表1)，騎乘者應遵守路權概念，避免誤闖車道而釀成意外且造成他人的困擾。消費者購買三輪機車時可能會考慮車輛外型或舒適感等特性來選購，但仍需注意車輛的安全特性(Dižo and Blatnický, 2019)，購買與騎乘車輛時應閱讀車輛規格表與車主手冊，以強化對於車輛性能的瞭解。其次，在政府部門方面，為提供安全的道路交通環境，警政、交通、監理部門相關單位應持續檢視現行法規的合宜性，參考國內外相關案例(如日本、歐盟、美國等)與法源規定來制定更合宜的車輛與道路安全規範，且警政、交通、監理部門相關單位應持續蒐集三輪機車相關的事故原因以防範未來潛在的危險因素，並建立道路風險評估的認知供民眾瞭解，且納入駕照取得與教育訓練的相關規定。政府工務與交通部門應定期檢視與維護良好的道路環境，透過良好的道路交通標誌、標線、號誌等相關設施，提供用路人正確與安全的資訊，並確保道路施工品質(Dižo and Blatnický, 2019)與避免坑洞的發生，以防範機車騎士因道路施工品質不佳而發生事故。最後，關於未來研究建議，可進一步調查有騎乘經驗者的意見回饋，透過質化(如事故案例分析)與量化的相關議題(如影響事故原因關聯性探討)深入研究。因應環保節能趨勢，未來研究可進一步探討節能電動三輪機車的相關安全特性。

參考文獻

- 王瑞福(2011)，可傾式三輪車之穩態轉向行為的探討，國立臺灣科技大學機械工程系碩士論文。
- 巫翊境、丑宛茹(2018)，公路越野三輪機車概念設計，實踐設計學報，第十二期，頁230-249。
- 吳政杰(2016)，三輪機車車輛動態特性分析與模擬，國立彰化師範大學電機工程研究所碩士論文。
- 邱文傑(2009)，可側傾式三輪機車之穩態過彎行為之分析，國立臺灣大學機械工程學研究所碩士論文。
- 徐聿暉(2014)，可傾斜式窄身三輪電動車之設計研究，明新科技大學機械工程系精密機電工程碩士論文。

¹⁰ 大型重型機車行駛於快速道路時，應全天開頭燈，安全帽應為全面式或露臉式，增加眼睛防護具、防摔衣褲、防摔靴、防摔手套，騎乘者及附載座人應遵守交通安全規則第88條規定。

- 徐新閔(2013)，輕型三輪電動車之設計與實作研究，大同大學機械工程系碩士論文。
- 吳嘉銘(2007)，抗翻覆機動三輪車操控安全性之改良，國立臺灣科技大學機械工程系碩士論文。
- 陳靖昇(2019)，三輪機車車架與操控特性模擬分析，國立屏東科技大學車輛工程系碩士論文。
- 廖益圍(2012)，可側傾三輪機車之研究，國立屏東科技大學車輛工程系碩士論文。
- 陳肇隆(2019)，三輪側傾機車之轉向機構設計，國立屏東科技大學車輛工程系碩士論文。
- 陳昀劭(2018)，國內外電動三輪車輛與四輪車輛之分析，國立臺北科技大學車輛工程系碩士論文。
- 關國宏(2016)，多輪機車防傾倒系統，國立屏東科技大學車輛工程系碩士論文。
- 陳要汀(2016)，可傾斜式三輪電動機車的機構改良與製作，國立高雄應用科技大學機械工程系碩士論文。
- 簡上軒(2014)，輕窄型車輛轉向側傾控制之研究，國立屏東科技大學車輛工程系碩士論文。
- 楊哲東(2013)，具備斜坡補償能力之多輪可側傾機車鎖定系統，國立屏東科技大學車輛工程系碩士論文。
- 詹紀為(2013)，搖擺式三輪載貨電動機車之研究，國立屏東科技大學車輛工程系碩士論文。
- 許振達(2012)，可側傾式三輪車轉向動態分析，國立臺灣大學機械工程系碩士論文。
- 龔冠文(2017)，2F1R 機車前懸吊機構之設計與分析，國立臺北科技大學車輛工程系碩士論文。
- 宏佳騰機車官方網站，擷取日期：2021年10月22日，網站 <https://www.aeonmotor.com.tw/pages/3d-350r/>。
- 台灣三葉機車官方網站，擷取日期：2021年10月22日，網站 https://www.yamaha-motor.com.tw/news/news_202103_Tricity.aspx。
- 亞帝發機車官方網站，擷取日期：2021年10月22日，網站 <http://www.adiva.com.tw/model/AD3-400>。
- Christians, C.G. (2011), Ethics and Politics in Qualitative Research. In N.K. Denzin & Y.S. Lincoln (Eds.), *The Sage Handbook of Qualitative Research*, pp. 61-80. Thousand Oaks, CA: Sage.

- Devasurendra, K., Perera, L. & Bandara, S. (2017), An insight to motorized two and three wheel crashes in developing countries: A case study in Sri Lanka, *Journal of Transportation Safety and Security*, Vol. 9 No. S1, pp. 204-215.
- Dižo, J. & Blatnický, M. (2019), Investigation of ride properties of a three-wheeled electric vehicle in terms of driving safety, *Transportation Research Procedia*, Vol. 40, pp. 663-670.
- Keith, C. (1997), *A Twist of the Wrist II*. Baker & Taylor Books.
- Vadvsinghe, A.N., Katugaha, B.H.M.K.D., Piyarathna, C., Colombage, S.M. (2018), Injury patterns and causes of death among occupants of three-wheelers succumbed to their injuries from road traffic accidents in Sri Lanka, *International Journal of Medical Toxicology & Forensic Medicine*, Vol. 8 No. 2, pp. 55-64.