



UNIVERSITI PUTRA MALAYSIA

***KESAN POTENSI PASCA PENGAKTIFAN TERHADAP PRESTASI
LOMPAT MENEGAK DALAM KALANGAN PEMAIN BOLA TAMPAR***

DIONG ZHI LING

FPP 2022 38



**KESAN POTENSI PASCA PENGAKTIFAN TERHADAP PRESTASI LOMPAT
MENEGAK DALAM KALANGAN PEMAIN BOLA TAMPAR**

Oleh

DIONG ZHI LING

**Tesis ini dikemukakan kepada Sekolah Pengajian Siswazah,
Universiti Putra Malaysia, sebagai memenuhi keperluan untuk
Ijazah Master Sains**

Februari 2022

Semua bahan yang terkandung dalam tesis ini , termasuk teks tanpa had, logo ikon, gambar dan semua karya seni lain, adalah hak cipta Universiti Putra Malaysia kecuali dinyatakan sebaliknya. Penggunaan mana-mana bahan yang terkandung dalam tesis ini dibenarkan untuk tujuan bukan komersil daripada pemegang hak cipta. Penggunaan komersil bahan hanya boleh dibuat dengan kebenaran bertulis terdahulu yang nyata daripada Universiti Putra Malaysia.

Hak cipta © Universiti Putra Malaysia



Abstrak tesis yang dikemukakan kepada Senat Universiti Putra Malaysia
sebagai memenuhi keperluan untuk ijazah Master Sains

KESAN POTENSI PASCA PENGAKTIFAN TERHADAP PRESTASI LOMPAT MENEGAK DALAM KALANGAN PEMAIN BOLA TAMPAR

Oleh

DIONG ZHI LING

Februari 2022

Pengerusi : Chee Chen Soon, PhD
Fakulti : Pengajian Pendidikan

Potensi Pasca Pengaktifan (*post-activation potentiation*-PAP) merupakan aktiviti memanaskan badan yang dapat meningkatkan prestasi sukan dan ia merujuk kepada satu fenomena neuromuskular dimana kuasa otot dapat dipertingkatkan selepas melakukan aktiviti memanaskan badan yang melibatkan rintangan. Kajian ini bertujuan untuk membanding kesan PAP serta jangkamasa pengekalan kesan PAP terhadap prestasi lompat menegak dalam kalangan pemain bola tampar. 30 pemain bola tampar telah dipilih untuk menyertai kajian ini. Kajian ini menggunakan 2 x 7 pengukuran berulang dan reka bentuk pengimbas balas untuk mengawal kesan aktiviti memanaskan badan di mana setiap subjek perlu melakukan kedua-dua jenis aktiviti memanaskan badan yang berbeza; i) rintangan dan ii) kompleks pada hari yang berlainan. Kajian ini menggunakan instrumen lompat menegak dengan pukulan *vanes Vertec* pada setiap sesi ujian iaitu pra-ujian, pasca-ujian 15 saat, 5 minit, 10 minit, 15 minit, 20 minit dan 30 minit. Analisis pengekalan bagi kesan PAP menunjukkan terdapat perbezaan yang signifikan antara kedua-dua aktiviti memanaskan badan dalam prestasi lompatan menegak. Peningkatan min bagi skor lompat menegak bagi aktiviti rintangan sebanyak 2.16%, 3.09%, 2.34%, 1.74%, 1.19%, 0.71% manakala peningkatan min skor lompat menegak bagi aktiviti kompleks sebanyak 2.20%, 4.09%, 4.97%, 6.02%, 7.01%, 5.70% pada pasca-ujian pada pasca-ujian 15 saat, pasca-ujian 5 minit, pasca-ujian 10 minit, pasca-ujian 15 minit, pasca-ujian 20 minit dan pasca-ujian 30 minit berbanding dengan pra-ujian. Keputusan dapatan telah menunjukkan kedua-dua aktiviti memanaskan badan dapat meningkatkan prestasi lompat menegak tetapi jangkamasa pengekalan kesan PAP mencapai kemuncak adalah berbeza. Selain daripada pemilihan aktiviti rintangan sebagai memanaskan badan, atlet dan jurulatih boleh memilih aktiviti kompleks sebagai aktiviti memanaskan badan dengan

tujuan meningkatkan kuasa kaki dan dikekalkan sekurang-kurangnya sehingga 30 minit dan sesuai digunakan. Aktiviti rintangan hanya mengekalkan kuasa kaki dalam jangkamasa yang tidak lebih 10 minit manakala aktiviti kompleks lebih sesuai bagi sukan yang dipertandingkan dalam jangkamasa yang lebih 10 minit terutamanya bagi sukan berpasukan.



Abstract of thesis presented to the Senate of Universiti Putra Malaysia in
fulfilment of the requirement for the degree of Master of Science

EFFECTS OF POST-ACTIVATION POTENTIATION ON VERTICAL JUMP PERFORMANCE AMONG VOLLEYBALL PLAYERS

By

DIONG ZHI LING

February 2022

Chair : Chee Chen Soon, PhD
Faculty : Educational Studies

Post-activation potentiation (PAP) is an activity that can improve sports performance. PAP refers to a neuromuscular phenomenon in which muscle power can be enhanced after performing activities warm-up involving resistance. This study aimed to compare the effects of post-activation potentiation (PAP) as well as the duration of retention of the effect of PAP on vertical jump performance among volleyball players. Thirteen volleyball players aged between 15 to 18 years representing districts and states are selected to participate in this study. 2 x 7 repeated measure design together with a counterbalanced design to control the order effect of warm-up activities where each subject had to perform two different types of warm-up exercise; i) resistance and ii) complex on different days. The vertical jump test was performed at each experimental session which are in the pre-test, post-test 15 seconds, 5 minutes, 10 minutes, 15 minutes, 20 minutes, and 30 minutes. The results of retention analysis for the PAP effect also showed that there was a significant difference between the two warm-up activities in performance vertical jump. The increment of mean for vertical jump score for resistance activity by 2.16%, 3.09%, 2.34%, 1.74%, 1.19%, 0.71% while increased mean vertical jump score for complex activity by 2.20%, 4.09%, 4.97%, 6.02%, 7.01%, 5.70% on post-test on 15 seconds post-test, 5 minutes post-test, 10 minutes post-test, 15 minutes post-test, 20 minutes post-test and post-test 30 minutes compared to pre-test. The results of the findings have shown that both warm-up activities are able to improve the performance of vertical jump but the duration of retention of the effect of PAP reaching the peak is different. Apart from the selection of resistance activities as the warm-up activities, athletes and coaches can also choose a complex activity as warm-up with the aim of increasing leg power and maintaining it for at least up to 30 minutes and suitable for use. Resistance exercise only maintains leg power for

a period of not more than 10 minutes while complex exercise is more suitable for sports competed in a period of more than 10 minutes, especially for team sports.



PENGHARGAAN

Setinggi-tinggi penghargaan dan jutaan terima kasih saya berikan kepada penyelia saya, Dr. Chee Chen Soon, Dr Mohd Rozilee dan Dr Kok Lian Yee yang telah banyak memberi bimbingan, tunjuk ajar, nasihat serta motivasi yang amat berguna dalam usaha untuk menyempurnakan kajian ini. Segala teguran dan ulasan yang diberikan akan saya jadikan panduan dan pegangan bukan sahaja sepanjang penulisan tesis ini, malahan akan digunakan sehingga ke akhir hayat.

Penghargaan juga ditujukan kepada semua pihak terutama pemain bola tampar yang sudi menjadi sampel dalam kajian ini dan memberi kerjasama kepada saya dalam menyiapkan kajian ini dengan jayanya. Ribuan terima kasih juga kepada pihak Sekolah Menengah Hin Hua kerana memberikan kebenaran untuk menggunakan kemudahan pusat gimnasium dan saya ucapkan terima kasih kepada pihak penjaga kerana terpaksa bekerja lebih masa bagi menunggu sesi kajian selesai sepanjang kajian ini dijalankan. Akhir sekali, rakaman jutaan terima kasih juga kepada keluarga dan semua rakan-rakan dan individu yang terlibat secara langsung atau tidak langsung dalam membantu menyiapkan tesis ini. Nasihat, kritikan dan pandangan kalian amat membantu dalam penulisan tesis ini. Semoga kalian semua berjaya dalam hidup.

Tesis ini telah dikemukakan kepada Senat Universiti Putra Malaysia dan telah diterima sebagai memenuhi syarat keperluan untuk ijazah Master Sains. Ahli Jawatan Kuasa Penyelia adalah seperti berikut:

Chee Chen Soon, PhD

Pensyarah Kanan
Fakulti Pengajian Pendidikan
Universiti Putra Malaysia
(Pengerusi)

Mohd Rozilee Wazir bin Norjali Wazir, PhD

Pensyarah Kanan
Fakulti Pengajian Pendidikan
Universiti Putra Malaysia
(Ahli)

ZALILAH MOHD SHARIFF, PhD

Profesor dan Dekan
Sekolah Pengajian Siswazah
Universiti Putra Malaysia

Tarikh: 13 Oktober 2022

Perakuan pelajar siswazah

Saya memperakui bahawa:

- tesis ini adalah hasil kerja saya yang asli;
- setiap petikan, kutipan dan ilustrasi telah dinyatakan sumbernya dengan jelas;
- tesis ini tidak pernah dimajukan sebelum ini, dan tidak dimajukan serentak dengan ini, untuk ijazah lain sama ada di Universiti Putra Malaysia atau di institusi lain;
- hak milik intelek dan hakcipta tesis ini adalah hak milik mutlak Universiti Putra Malaysia, mengikut Kaedah-Kaedah Universiti Putra Malaysia (Penyelidikan) 2012;
- kebenaran bertulis daripada penyelia dan Pejabat Timbalan Naib Canselor (Penyelidikan dan Inovasi) hendaklah diperoleh sebelum tesis ini diterbitkan (dalam bentuk bertulis, cetakan atau elektronik) termasuk buku, jurnal, modul, prosiding, tulisan popular, kertas seminar, manuskrip, poster, laporan, nota kuliah, modul pembelajaran atau material lain seperti yang dinyatakan dalam Kaedah-Kaedah Universiti Putra Malaysia (Penyelidikan) 2012;
- tiada plagiat atau pemalsuan/fabrikasi data dalam tesis ini, dan integriti ilmiah telah dipatuhi mengikut Kaedah-Kaedah Universiti Putra Malaysia (Pengajian Siswazah) 2003 (Semakan 2015-2016) dan Kaedah-Kaedah Universiti Putra Malaysia (Penyelidikan) 2012. Tesis telah diimbaskan dengan perisian pengesanan plagiat.

Tandatangan: _____ Tarikh: _____

Nama and No Matrik: Diong Zhi Ling

Perakuan Ahli Jawatankuasa Penyeliaan:

Dengan ini, diperakukan bahawa:

- penyelidikan dan penulisan tesis ini adalah di bawah seliaan kami;
- tanggungjawab penyeliaan sebagaimana yang dinyatakan dalam Kaedah - Kaedah Universiti Putra Malaysia (Pengajian Siswazah) 2003 (Semakan 2015 - 2016) telah dipatuhi.

Tandatangan: _____
Nama Pengerusi
Jawatankuasa
Penyeliaan: Dr.Chee Chen Soon

Tandatangan: _____
Nama Ahli
Jawatankuasa
Penyeliaan: Dr.Mohd Rozilee Wazir

JADUAL KANDUNGAN

	Muka surat
ABSTRAK	i
ABSTRACT	iii
PENGHARGAAN	v
PENGESAHAN	vi
PERAKUAN	viii
SENARAI JADUAL	xii
SENARAI RAJAH	xiii
SENARAI GRAF	xiv
SENARAI SINGKATAN	xv
BAB	
1	PENGENALAN
1.1	Latar Belakang Kajian 1
1.2	Pernyataan Masalah 4
1.3	Objektif Kajian 5
1.4	Persoalan Kajian dan Hipotesis Kajian 6
1.5	Kepentingan Kajian 7
1.6	Limitasi Kajian 8
1.7	Definisi Operational 9
1.7.1	Potensi Pasca Pengaktifan (PAP) 9
1.7.2	Aktiviti Rintangan 9
1.7.3	Aktiviti Komplek 9
1.7.4	Prestasi Lompat Menegak 10
1.7.5	Pemain Bola Tampar 10
2	SOROTAN LITERATUR
2.1	Potensi Pasca Pengaktifan (PAP) 11
2.2	Mekanisme Fisiologi PAP 13
2.2.1	Fosforilasi Rantai Cahaya 13
2.2.2	Mekanisme Saraf 14
2.3	Aktiviti Rintangan 16
2.4	Aktiviti Komplek 18
2.5	Pemboleh Ubah PAP 19
2.5.1	Latar Belakang Latihan 19
2.5.2	Jenis Otot Fiber 20
2.5.3	Intensiti 20
2.6	Jangka masa pengekalan kesan PAP 21
2.7	Sukan Bola Tampar 23
2.8	Kesimpulan 24
3	METODOLOGI KAJIAN
3.1	Pengenalan 25
3.2	Reka Bentuk Kajian 25
3.3	Populasi Kajian 28
3.4	Pensampelan Kajian 28

3.5	Prosedur Memanaskan Badan	28
3.5.1	Memanaskan Badan Umum	30
3.5.2	Sesi Regangan	31
3.5.3	Memanaskan Badan (Aktiviti Rintangan)	31
3.5.4	Memanaskan Badan (Aktiviti Komplek)	31
3.6	Instrumen Kajian	32
3.7	Penganalisis Kajian	33
4	DAPATAN KAJIAN	
4.1	Pengenalan	34
4.2	Data Demografi Subjek	34
4.3	Data Diskriptif Lompat Menegak pada Pra-ujian dan Pasca-ujian	35
4.4	Analisis Pra-ujian	36
4.5	Analisis Aktiviti Rintangan	36
4.6	Analisis Aktiviti Komplek	39
4.7	Jangka masa pengekalan kesan PAP antara Aktiviti Rintangan dan Aktiviti Komplek	41
4.8	Kesimpulan	42
5	PERBINCANGAN, CADANGAN DAN KESIMPULAN	
5.1	Pendahuluan	43
5.2	Rumusan Dapatan Kajian	44
5.3	Perbincangan	45
5.3.1	Aktiviti Rintangan terhadap kesan PAP	45
5.3.2	Aktiviti Komplek terhadap kesan PAP	46
5.3.3	Jangka masa pengekalan kesan PAP Antara Aktiviti Rintangan dan Aktiviti Komplek	47
5.4	Kesimpulan	48
5.5	Sumbangan dan Aplikasi Hasil Kajian	49
5.6	Cadangan	49
	RUJUKAN	50
	LAMPIRAN	59
	BIODATA PELAJAR	65
	PENERBITAN	66

SENARAI JADUAL

Jadual		Muka Surat
3.1	Reka bentuk pengukuran berulang 2 x 7	27
3.2	Prosedur Ujian Lompat Menegak	32
3.3	Teknik statistik yang digunakan untuk hipotesis nol	33
4.1	Data diskriptif bagi min umur, tinggi, berat dan 6RM	34
4.2	Data diskriptif lompat menegak pada pra-ujian dan pasca-ujian	35
4.3	Analisis ujian ANOVA sehalu untuk pengukuran berulang aktiviti rintangan terhadap skor lompat menegak	36
4.4	Min skor lompat menegak berbanding dengan sesi ujian bagi memanaskan badan aktiviti rintangan	37
4.5	Analisis ujian ANOVA sehalu untuk pengukuran berulang aktiviti kompleks terhadap skor lompat menegak	39
4.6	Min skor lompat menegak berbanding dengan sesi ujian bagi memanaskan badan aktiviti kompleks	40
5.1	Rumusan dapatan kajian	44

SENARAI RAJAH

Rajah		Muka Surat
1.1	Proses kejadian jangka masa pengekatan PAP	5
2.1	Proses rantai cahaya pengawalseliaan (<i>RLC</i>)	14
2.2	Tindak balas <i>H-reflex</i>	15
2.3	Gambaran keseluruhan tentang PAP	24
3.1	Kaedah pengimbas balas	26
3.2	Penerangan sesi taklimat pada hari pertama	29
3.3	Sesi memanaskan badan pada hari sesi kedua	29
3.4	Sesi pra-eksperimen pada sesi hari ketiga	30

SENARAI GRAF

Graf		Muka Surat
4.1	Aktiviti rintangan terhadap skor lompat menegak melawan jangkamasa pengekalan PAP	38
4.2	Aktiviti kompleks terhadap skor lompat menegak melawan jangkamasa pengekalan PAP	41
4.3	Analisis ujian t-berpasangan jangka masa pengekalan kesan PAP antara aktiviti rintangan dan aktiviti kompleks	42

SENARAI SINGKATAN

PAP	Potensi Pasca Pengaktifan (<i>post-activation potentiation</i>)
RLC	Rantai Cahaya Pengawalseliaan (<i>phosphorylation of regulatory light chain</i>)
Ca ⁺	Iron kalsium
CMJ	<i>Countermovement Jump</i>
MLCK	Kinase rantai ringan miosin (<i>myosin regulatory light chain kinase</i>)
ICRI	<i>Intra-complex rest interval</i>
VGRF	<i>Peak Vertical Ground Reaction</i>
RM	<i>Repetition Maximum</i>
PBTS	Persatuan Bola Tampar Selangor
ATP	Adenosina trifosfat

BAB 1

PENGENALAN

1.1 Latar Belakang Kajian

Memanaskan badan ialah satu amalan yang biasa dilakukan sebelum melakukan sebarang aktiviti fizikal (McGowan et al., 2015). Matlamatnya adalah untuk menyediakan diri dari segi mental, fisiologi dan fizikal. Aktiviti memanaskan badan dapat merangsang pertambahan oksigen dalam tubuh dan mengaktifkan pengeluaran hormon yang akan membantu dalam proses penghasilan tenaga. Secara umumnya, memanaskan badan mampu akan meningkatkan kadar degupan jantung dan seterusnya meningkatkan pengaliran darah ke bahagian-bahagian otot (Park et al., 2018). Proses ini dapat meningkatkan bekalan oksigen, penghasilan bekalan tenaga dan merangsang sistem saraf pusat. Hal ini bertujuan bagi meningkatkan sistem kawalan motor otot serta kawalan koordinasi semasa menjalankan aktiviti fizikal.

Menurut kajian Fradkin et al., (2010) membuktikan bahawa memanaskan badan yang dilakukan dengan kadar yang mencukupi dapat meningkatkan prestasi bagi seseorang atlet dalam latihan atau pertandingan. Peningkatan prestasi telah ditunjukkan dalam sukan lompat jauh, bola keranjang, boling dan golf. Peningkatan tahap prestasi yang berbeza-beza daripada kurang daripada 1% hingga hampir 20%. Seperti yang dibuktikan melalui kajian, pelbagai variasi protokol memanaskan badan dapat dikaitkan dengan spesifik amalan memanaskan badan yang digunakan seperti jenis memanaskan sukan atau struktur memanaskan badan (Bradly et al., 2007). Hal ini menekankan bahawa keperluan untuk penyelidikan berterusan dapat menentukan aktiviti memanaskan badan yang sesuai untuk sukan yang tertentu.

Shellock & Prentice (1985) menyatakan bahawa terdapat tiga jenis kategori utama memanaskan badan yang biasa dilakukan iaitu memanaskan badan umum, memanaskan badan pasif dan memanaskan badan secara spesifik. Memanaskan badan umum adalah meningkatkan suhu badan dan melibatkan pelbagai pergerakan yang tidak berkaitan dengan teknik sukan seperti berjalan pantas, lari setempat, larian anak, berjogging dan sebagainya. Memanaskan badan pasif adalah meningkatkan suhu badan dengan beberapa cara luaran seperti regangan statik dan regangan dinamik manakala memanaskan badan spesifik ialah meningkatkan suhu badan dengan menggunakan bahagian badan yang serupa akan digunakan dalam aktiviti seterusnya yang lebih berat seperti teknik sukan.

Menurut Robbins (2005) telah menjalankan penyelidikan kaedah memanaskan badan yang lebih berkesan iaitu Potensi Pasca Pengaktifan (*post-activation potentiation* - PAP). PAP adalah fenomena yang menjadi populariti kerana

mengoptimalkan pengeluaran kuasa. PAP juga dapat meningkatkan prestasi melalui rangsangan neuromuskular dalam jangka masa yang singkat (Gago et al., 2020). PAP berpotensi memaksimumkan prestasi seperti aktiviti angkat berat, memecut, melompat dan melontar. PAP dapat didefinisikan satu proses untuk memaksimumkan kuasa akut dan merujuk kepada satu fenomena neuromuskular dimana kuasa otot dapat dipertingkatkan selepas melakukan aktiviti yang melibatkan rintangan (Macintosh et al., 2012).

Menurut Esformes et al., (2011) menyatakan bahawa tindak balas PAP mempengaruhi penghasilan kuasa dan meningkatkan kuasa selepas tindakan otot mencapai tahap maksimum atau hampir maksimum. PAP berupaya meningkatkan kelajuan pengaliran impuls saraf kepada otot, bilangan unit motor yang direkrut dan penambahbaikan dalam mekanisme interaksi dengan filamen kontraksi. Melalui perubahan neuromuskular dapat meningkatkan prestasi bagi aktiviti yang memerlukan kuasa. Dalam sukan dunia, PAP dilihat sebagai pendorong peningkatan kuasa yang maksimum secara kompetitif (McBride et al., 2005). Secara ringkasnya, PAP merupakan satu fenomena mekanisme fisiologi dimana prestasi otot ditingkatkan secara akut selepas rangsangan kontraksi.

Mekanisme fisiologi menjelaskan bahawa sebarang kejadian atau hasil yang berkaitan dengan kesihatan serta sistem organ tubuh badan berfungsi bertindak untuk meningkatkan prestasi kuasa. Prestasi kuasa otot dapat ditingkatkan secara akut apabila stimulasi PAP dikaitkan dengan dua mekanisme fisiologi utama iaitu peningkatan fosforilasi rantai cahaya dan peningkatan penglibatan unit motor yang lebih tinggi (peningkatan neural saraf). Peningkatan berlaku dalam fosforilasi rantai cahaya menyebabkan interaksi aktin dan miosin menjadi lebih sensitif terhadap ion kalsium (Ca^{2+}) yang dirembeskan oleh retikulum sarkoplasma dengan menggunakan semula jambatan silang miosin sebagai tindak balas dalam aktiviti rintangan (Beato et al., 2019). Manakala peningkatan neural saraf terbentuk apabila impuls terjadi dan sinaps atau kawasan sambungan antara saraf dan serat otot dipenuhi oleh asetilkolina. Asetilkolina ini akan merembeskan ion-ion Ca^{2+} kepada serat otot dan ion Ca^{2+} yang mengandungi molekul, troponin dan tropomiosin akan mengaktifkan filamen aktin. Aktin dan miosin membentuk protein kompleks dengan menggabungkan kepala miosin pada filamen aktin antara dua filamen (Cuence et al., 2015). Oleh itu, kesan PAP dapat meningkatkan fosforilasi rantai cahaya dan meningkatkan neural saraf berlaku pada otot jenis II yang menyebabkan penghasilan ledakan kuasa.

Untuk memperolehi kesan PAP, aktiviti yang perlu dilakukan adalah menjalani aktiviti yang melibatkan penggunaan rintangan dan seterusnya melakukan aktiviti pliometrik seperti seperti *single leg press* dengan lompat menegak dengan sebelah kaki, *walking lunge* dengan *split jump* dan sebagainya. Jenis aktiviti ini dikenali sebagai aktiviti kompleks (Scott et al., 2017). Aktiviti kompleks melibatkan penggabungan aktiviti rintangan dan aktiviti pliometrik dalam usaha untuk menukar kekuatan menjadi kuasa (Bauer et al., 2018). PAP biasanya digunakan semasa pemansan badan melalui aktiviti kompleks di mana aktiviti

rintangan dilakukan sebelum pergerakan balistik (Poulos et al., 2018). Dalam tempoh menjalankan aktiviti yang berkaitan dengan PAP, jurulatih menerokai cara memanaskan badan dan kaedah baru yang akan bermanfaat untuk memperbaiki dan meningkatkan komponen kuasa dan tahap prestasi atlet mereka.

Keupayaan untuk menghasilkan kuasa dalam masa yang singkat memberi manfaat dalam kebanyakan jenis sukan. Kuasa merupakan satu faktor yang penting untuk membolehkan peningkatan prestasi atlet (Young, 1995). Aktiviti yang efisien dapat meningkatkan kebolehan tindak balas PAP (Dobbs et al., 2019). Evetovich et al., (2015) menyatakan bahawa aktiviti *parallel back squat* pada intensiti yang tinggi akan meningkatkan kesan PAP untuk meningkatkan prestasi otot dalam jangka masa yang singkat. Aktiviti memanaskan badan berintensiti tinggi telah menjadikan kaedah yang popular untuk meningkatkan kuasa akut. Jurulatih dan atlet sentiasa berusaha untuk menggunakan jenis aktiviti yang inovatif dan terkini bagi meningkatkan prestasi kuasa pada individu terlatih (Prieske et al., 2018). PAP berupaya menghasilkan kuasa yang maksimum dalam jangka masa yang singkat dan memberi manfaat dalam pergerakan berlari, melompat atau membaling. Untuk memperoleh manfaat daripada kesan PAP, atlet perlu menjalankan aktiviti yang melibatkan rintangan seperti *squat*, *deadlift* dan sebagainya sebelum melaksanakan sebarang aktiviti fizikal.

Menurut Chena et al., (2015) kuasa kaki adalah komponen asas penting pergerakan dalam kebanyakan jenis sukan seperti ragbi, bola tampar, bola keranjang, bola sepak dan lain-lain. Sebagai contoh, output kuasa dari kaki adalah penting untuk memaksimumkan lompatan seperti lompat menegak, lompat jauh berdiri. Kajian Kobal et al., (2019) telah membuktikan bahawa aktiviti rintangan seperti *half squat* merupakan satu aktiviti yang berkesan untuk meningkatkan kuasa kaki. Timon et al., (2019) juga menyatakan bahawa aktiviti *squat* disifatkan sebagai satu aktiviti terbaik dalam memperoleh kesan PAP. Terdapat beberapa kajian lepas yang telah mengkaji kesan PAP dengan menggunakan ujian lompat menegak (Birch et al., 2017) dan ujian lompat jauh berdiri (Sue et al., 2016).

Prestasi lompat menegak telah terbukti menjadi faktor penting dalam kejayaan atau kegagalan dalam sukan seperti lompat tinggi, lompat jauh atau lompat kijang (Mike et al., 2017). Penyelidik, jurulatih dan atlet sering menggunakan lompat menegak untuk menguji prestasi kuasa otot. Untuk meningkatkan kuasa kaki, beberapa penyelidik dan jurulatih telah menggunakan aktiviti yang melibatkan rintangan sebagai protokol memanaskan badan bagi meningkatkan prestasi lompat menegak (Gołaś et al., 2016). Prestasi lompat menegak memainkan peranan yang penting dalam sukan bola tampar.

Sukan bola tampar merupakan satu permainan yang bergantung kepada kelajuan, ketangkasan dan kuasa kaki pemain bagi menentukan kejayaan

permainan tersebut. Kemahiran ini digabungkan dalam kecergasan fizikal berasaskan lakuan motor. Kecergasan ini membolehkan individu terlibat secara cekap dan berkesan dalam aktiviti sukan terutama sukan kompetitif. Kuasa kaki pemain bola tampar penting untuk melakukan lompatan semasa merejam bola, mengadang bola, mengumpun bola dan servis lompatan. Oleh itu, kesan PAP bagi aktiviti rintangan dan aktiviti kompleks sebagai memanaskan badan sebelum latihan atau pertandingan adalah penting untuk menentukan jenis aktiviti yang lebih sesuai dalam sukan bola tampar bagi menghasilkan kuasa kaki yang maksimum.

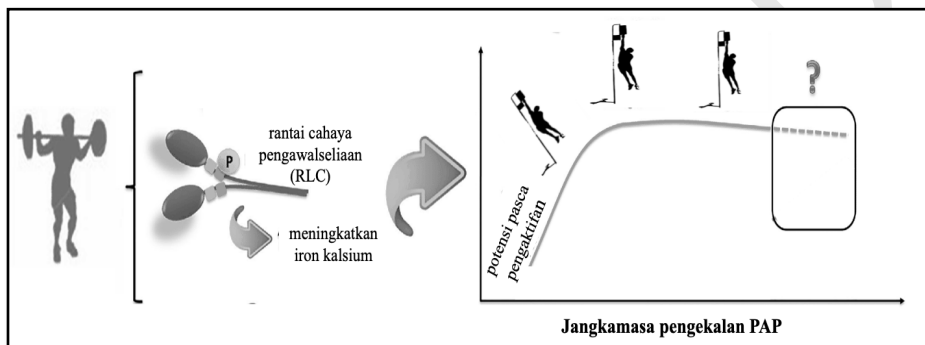
1.2 Pernyataan Masalah

PAP dilihat sebagai satu kaedah memanaskan badan untuk meningkatkan kuasa kaki atlet. Kaedah memanaskan badan yang tidak melibatkan rintangan mungkin menjejaskan kesan PAP. Banyak kajian lepas tentang kesan PAP dalam sukan yang berlainan seperti olahraga (Wyland et al., 2015), bola baling (Dello et al., 2018), bola sepak (Prieske et al., 2018), bola keranjang (Gepfert et al., 2020) telah mencetuskan kontroversi kerana para pengkaji menggunakan subjek yang berlainan daripada aspek seperti tahap fizikal, pengalaman latihan, latar belakang latihan serta sukan yang berbeza. Kajian terdahulu mengenai protokol kesan PAP yang berkaitan dengan tempoh masa rehat yang digunakan oleh atlet adalah berbeza dalam persediaan untuk latihan atau pertandingan. Selain daripada itu, faktor yang mempengaruhi kesan PAP adalah intensiti aktiviti memanaskan badan. Aktiviti memanaskan badan berintensiti tinggi menghasilkan kesan yang lebih tinggi (Tsurubami et al., 2020). Walau bagaimanapun masih belum ada kajian tentang aktiviti rintangan dan aktiviti kompleks sebagai kaedah memanaskan badan terhadap prestasi lompat menegak bagi sukan bola tampar.

Lompat menegak merupakan salah satu faktor yang menentukan prestasi dalam bola tampar. Prestasi lompat menegak adalah berkait dengan kuasa kaki seseorang pemain. Peningkatan ketinggian lompat menegak kemungkinan peningkatan dalam tindakan kemahiran seperti servis lompatan, merejam bola atau mengadang bola (Rodriguez-Ruiz et al., 2011). Peningkatan ini akan menentukan pencapaian kejayaan dalam permainan bola tampar. Banyak kajian yang dilakukan mengenai aktiviti memanaskan badan digunakan dalam untuk penghasilan kesan PAP termasuklah aktiviti pliometrik dan aktiviti rintangan. Aktiviti ini dapat menguji prestasi lompat menegak, tetapi hasil dapatan menunjukkan tidak konsisten. Sanchez et al., (2018) mencadangkan aktiviti kompleks merupakan salah satu aktiviti memanaskan badan yang dapat meningkatkan kesan PAP.

Selain daripada itu, dapatan kajian lepas menunjukkan bahawa jangka masa pengekalan kesan PAP adalah berbeza dan tidak konsisten kerana ada yang menyatakan bahawa jangka masa pengekalan kesan PAP dengan memasnakan badan aktiviti rintangan dapat meningkatkan kuasa hanya di antara tempoh 2 hingga 20 minit (Sue et al., 2016) tetapi Bauer et al., 2018

melaporkan bahawa kesan PAP hanya dapat dikekalkan selama 10 minit manakala Wilson et al., (2013) menyatakan bahawa jangka masa pengekalan kesan PAP tidak melebihi 30 minit. Masa permulaan perlawanan tidak dapat dikawal, mungkin akan menyukarkan atlet membuat keputusan tentang bila mereka perlu mula melakukan aktiviti memanaskan badan. Jika aktiviti memanaskan badan dilakukan terlalu awal dan perlawanan bermula lambat, keadaan otot badan akan kembali ke keadaan pra memanaskan badan dan persediaan perlu dilakukan semula. Oleh itu, jangka masa pengekalan kesan PAP antara memanaskan badan aktiviti rintangan dan aktiviti kompleks penting untuk diterokai. Kajian selepas kurang membekalkan maklumat tentang jangka masa pengekalan kesan PAP, maka kajian diperlukan menyelidik aspek ini.



Rajah 1.1: Proses kejadian jangka masa pengekalan PAP

1.3 Objektif Kajian

Objektif kajian bagi sesuatu penyelidikan yang dijalankan merupakan sasaran sebenar yang boleh dicerap dan juga merupakan tujuan yang ingin dicapai oleh penyelidik melalui kajian berdasarkan masalah yang wujud. Berdasarkan pernyataan masalah yang dikemukakan, objektif umum kajian ini adalah untuk mengkaji kesan PAP terhadap lompat menegak dalam kalangan pemain bola tampar. Objektif spesifik kajian boleh disenaraikan seperti berikut:

1. Membandingkan kesan PAP selepas aktiviti rintangan terhadap skor lompat menegak dalam kalangan pemain bola tampar.
2. Membandingkan kesan PAP selepas aktiviti kompleks terhadap skor lompat menegak dalam kalangan pemain bola tampar.
3. Membandingkan jangka masa pengekalan skor lompat menegak terhadap kesan PAP selepas aktiviti rintangan dan aktiviti kompleks dalam kalangan pemain bola tampar.

1.4 Persoalan dan Hipotesis Kajian

Setiap kajian akan dikaji berdasarkan persoalan yang ingin dikaji dan bagi menjawab persoalan kajian ini, beberapa hipotesis nul telah dikemukakan oleh pengkaji untuk mendapatkan jawapan. Terdapat tiga hipotesis nul (H_0), iaitu:

Persoalan 1: Adakah terdapat perbezaan kesan PAP yang signifikan terhadap skor lompat menegak dengan aktiviti rintangan antara pra-ujian, pasca-ujian 15 saat, 5 minit, 10 minit, 15 minit, 20 minit dan 30 minit dalam kalangan pemain bola tampar?

H_01 : Tiada perbezaan kesan PAP yang signifikan terhadap skor lompat menegak dengan aktiviti rintangan antara pra-ujian, pasca-ujian 15 saat, 5 minit, 10 minit, 15 minit, 20 minit dan 30 minit dalam kalangan pemain bola tampar.

$$\begin{aligned}\mu \text{ PAP pra} &= \mu \text{ 15 saat} = \mu \text{ 5 minit} = \mu \text{ 10 minit} = \mu \text{ 15 minit} \\ &= \mu \text{ 20 minit} = \mu \text{ PAP 30 minit.}\end{aligned}$$

Persoalan 2: Adakah terdapat perbezaan kesan PAP yang signifikan terhadap skor lompat menegak dengan aktiviti kompleks antara pra-ujian, pasca-ujian 15 saat, 5 minit, 10 minit, 15 minit, 20 minit dan 30 minit dalam kalangan pemain bola tampar?

H_02 : Tiada perbezaan kesan PAP yang signifikan terhadap skor lompat menegak dengan aktiviti kompleks antara pra-ujian, pra-ujian, pasca-ujian 15 saat, 5 minit, 10 minit, 15 minit, 20 minit dan 30 minit dalam kalangan pemain bola tampar.

$$\begin{aligned}\mu \text{ PAP pra} &= \mu \text{ 15 saat} = \mu \text{ 5 minit} = \mu \text{ 10 minit} = \mu \text{ 15 minit} \\ &= \mu \text{ 20 minit} = \mu \text{ PAP 30 minit}\end{aligned}$$

Persoalan 3: Adakah terdapat perbezaan jangka masa pengekalan skor lompat menegak terhadap kesan PAP antara aktiviti rintangan dan aktiviti kompleks antara pra-ujian, pasca-ujian 15 saat, 5 minit, 10 minit, 15 minit, 20 minit dan 30 minit dalam kalangan pemain bola tampar?

H_03 : Tiada perbezaan jangka masa pengekalan skor lompat menegak terhadap kesan PAP antara aktiviti rintangan dan aktiviti kompleks antara pra-ujian, pasca-ujian 15 saat, 5 minit, 10 minit, 15 minit, 20 minit dan 30 minit dalam kalangan pemain bola tampar.

1.5 Kepentingan Kajian

Kepentingan kajian dikatakan sebagai sumbangan yang memberi kelebihan dan kepentingan kepada pihak yang tertentu. Terdapat banyak jenis aktiviti memanaskan badan seperti aktiviti pliometrik, aktiviti rintangan dan aktiviti kompleks yang dapat memberi dalam meningkatkan prestasi lompat menegak. Setiap aktiviti mempunyai kebaikan dan kelemahan tersendiri. Oleh kerana tiada data kajian yang dijalankan untuk pemain bola tampar maka maklumat bagi kesan PAP antara aktiviti rintangan dan aktiviti kompleks perlu dikaji dan pentingnya untuk mengetahui aktiviti yang mana lebih sesuai digunakan oleh pemain bola tampar sebagai memanaskan badan sebelum melakukan latihan atau pertandingan. Aktiviti memanaskan badan yang dilaksanakan dengan kaedah yang betul dapat membantu pemain bola tampar meningkatkan prestasi kuasa otot kaki dalam latihan atau pertandingan.

Tujuan kajian ini dilakukan adalah untuk mengenalpasti sama ada kesan PAP antara memanaskan badan aktiviti rintangan dan aktiviti kompleks dapat meningkatkan prestasi lompat menegak. Aktiviti yang sesuai akan membantu atlet meningkatkan kuasa otot menjadi lebih efisien. Setiap otot akan dihubungi oleh sekurang-kurangnya satu saraf motor yang mengandungi beratus-ratus axion neuron motor. Axion neuron motor yang memasuki otot berpecah menjadi terminal axion, iaitu setiap satu menjadi persimpangan neuromuskular dengan setiap gentian otot. Setiap neuron motor dan semua gentian otot di bawah kawalannya dikenali sebagai satu unit motor. Apabila setiap neuron motor menghantar impuls elektrik, seluruh gentian otot yang berinervasi akan bertindak untuk kontraksi. Apabila menerima stimulus, satu unit motor boleh menghasilkan satu kontraksi otot. Secara keseluruhannya, kuasa otot dapat ditingkatkan apabila berlaku pertambahan saiz otot yang dinamakan hipertrofi. Hipertrogi merupakan hasil daripada aktiviti yang berpanjangan dan tersusun serta berterusan.

Di samping itu, jangka masa pengekatan kesan PAP dalam pengekatan kuasa kaki penting bagi pemain bola tampar. Hal ini kerana perlawanan bola tampar biasanya berlangsung antara 60 hingga 90 minit iaitu 20 minit bagi setiap set. Semasa perlawanan, pemain memerlukan kuasa otot apabila melakukan rejaman dan mengadang sepanjang 20 minit dalam setiap perlawanan. Keupayaan untuk melompat tinggi semasa melakukan rejaman dan hadangan memberi kelebihan seseorang pemain bola tampar untuk mendapat mata dan mengawal perlawanan dari awal sehingga memenangi perlawanan. Di samping itu, aktiviti memanaskan badan yang sesuai boleh membantu atlet meningkatkan pelbagai gerakan, fungsi otot, prestasi dalam pertandingan dan mengurangkan tekanan (McCrary et al, 2015).

Kajian ini juga memberi maklumat kepada pemain bola tampar khususnya tentang jangka masa pengekatan bagi kesan PAP. Setiap pemain bola tampar mungkin memperolehi kesan PAP yang berbeza dan kesan PAP dapat

membantu pemain bola tampar tidak mengira dalam latihan atau pertandingan. Setiap pemain akan menjalani aktiviti mengikuti beban masing masing dan perbezaan intensiti mungkin mempengaruhi penghasilan kuasa serta jangka masa pengekatan kesan PAP. Oleh itu, penyelidik perlu mengkaji dan mengetahui jenis aktiviti memanaskan badan yang sesuai digunakan dan jangka masa pengekatan bagi kesan PAP dalam sukan bola tampar supaya dapat membantu pemain meningkatkan kuasa otot semasa latihan dan mencapai prestasi yang baik dalam pertandingan.

1.6 Limitasi Kajian

Dari segi limitasi kajian, penyelidik telah mewujudkan beberapa delimitasi kajian untuk mengawal ancaman yang mungkin timbul. Sebagai contoh, sampel kajian dibataskan kepada pemain bola tampar Sekolah Menengah Hin Hua yang berumur 15 hingga 18 tahun. Semua pemain ini mempunyai latar belakang latihan yang hampir sama dan program latihan yang sama. Kumpulan yang homogeneous ini membantu menyakinkan keputusan kajian kerana rawatan kajian yang diberikan. Tambahan lagi, keputusan kajian hanya boleh dibandingkan dengan keputusan kajian yang menggunakan sampel yang mempunyai latar belakang dan ciri-ciri yang sama.

Selain daripada itu, pemain bola tampar yang menyertai kajian ini menjalankan latihan sukan bola tampar selama lima hari dalam seminggu. Jika intensiti latihan atau kekerapan harian bola tampar terlalu tinggi sehingga memenatkan pemain, maka pemain memerlukan masa rehat yang lebih panjang. Maka ini akan memberi kesan kepada data kajian yang dijalankan. Untuk mengatasi masalah ini, perbincangan telah diadakan dengan jurulatih dan mereka memberi Kerjasama dengan membuat pengubahsuaian terhadap perancangan latihan pada minggu rawatan kajian. Oleh itu, sepanjang minggu kajian dijalankan, intensiti latihan bola tampar adalah rendah supaya tidak memberi kesan kepada data kajian yang dikumpulkan.

Kajian ini juga telah dibaraskan kepada aktiviti memanaskan badan yang telah digunakan. Dalam kajian ini, aktiviti memanaskan badan yang dilakukan oleh subjek perlu sama. Untuk mengelakkan ketidaksamaan aktiviti memanaskan badan, setiap subjek dimaklumkan dan dijelaskan tentang aktiviti memanaskan badan yang perlu dilakukan sebelum permulaan kajian. Di samping itu, sepanjang kajian dijalankan, penyelidikan perlu memastikan subjek melaksanakan semua aktiviti memanaskan badan dengan betul dan menepati permintaan.

Akhir sekali, ketepatan data kajian adalah bergantung kepada sikap dan kesungguhan subjek tersebut sepanjang penyelidikan ini dijalankan. Untuk setiap ujian, semua subjek mempunyai 2 kali percubaan dan percubaan yang terbaik akan digunakan dianalisis. Semasa kajian dijalankan juga, penyelidik

akan sentiasa memberi galakan supaya mereka memberi kerjasama yang sepenuhnya dan memberi percubaan yang terbaik.

1.7 Definisi Operasional

Sepanjang kajian ini dijalankan, terdapat beberapa istilah penting yang akan digunakan oleh penyelidik. Sebelum memulakan penyelidikan, adalah penting untuk pengkaji menentukan pemboleh ubah kajian. Pemboleh ubah yang akan ditakrifkan secara konseptual dan beroperasi adalah Potensi Pasca Pengaktifan (PAP), aktiviti rintangan, aktiviti kompleks, lompat menegak dan pemain bola tampar.

1.7.1 Potensi Pasca Pengaktifan (PAP)

PAP ditakrifkan sebagai peningkatan keupayan kontraksi otot selepas penguncupan (Tillin & Bishop, 2009) dengan meningkatkan daya seterusnya supaya prestasi kuasa dan kekuatan dapat dipertingkatkan (Esformes et al., 2011). PAP juga dikenal sebagai potensi yang bergantung pada aktiviti yang dilakukan untuk meningkatkan prestasi lompatan dan kelajuan. Dalam kajian ini, aktiviti rintangan dan aktiviti kompleks yang sebagai memanaskan badan bagi memperoleh kesan PAP sebelum melakukan ujian lompat menegak.

1.7.2 Aktiviti Rintangan

Aktiviti rintangan adalah aktiviti yang digunakan untuk meningkatkan kecergasan otot bagi meningkatkan kekuatan, kuasa atau daya tahan. Bebanan dan ulangan yang dikenakan bergantung kepada objektif latihan. Untuk menjalankan aktiviti rintangan, konsep pengulangan maksimum (*repetition maximum*-RM) amat penting. RM adalah bilangan maksimum yang boleh diangkat bagi satu beban yang dikenakan sehingga otot atau kumpulan otot yang bekerja mencapai tahap kegagalan otot sementara. Dalam kajian ini, *back squat* dengan 6 ulangan @ 6RM iaitu 80% sebagai aktiviti rintangan sebelum melakukan ujian lompat menegak.

1.7.3 Aktiviti Komplek

Aktiviti kompleks juga dikenali sebagai latihan *contrast*, ia melibatkan aktiviti kekuatan dan aktiviti pliometrik untuk meningkatkan kuasa kaki. Dalam kajian ini, aktiviti kompleks adalah aktiviti yang terdiri daripada aktiviti rintangan diikuti dengan aktiviti pliometrik. *Back squat* dengan 1 set 6 ulangan @ 6RM sebagai aktiviti rintangan dengan mengikut *standing jump and reach* sebanyak 6 kali berturut-turut sebagai aktiviti pliometrik yang akan dilakukan sebelum melakukan ujian lompat menegak.

1.7.4 Prestasi Lompat Menegak

Lompat menegak merupakan satu ujian yang menguji kuasa kaki. Kuasa diklasifikasikan bawah komponen kecergasan fizikal berlandaskan lakuan motor. Pelbagai alat pengukur digunakan untuk mengukur prestasi lompat menegak seperti *vertec*, *forceplate* dan sebagainya. Untuk tujuan kajian ini, prestasi lompat menegak dinilai dengan menggunakan *Vertec Vertical Jump Tester*.

1.7.5 Pemain bola tampar

Dalam kajian ini, pemain bola tampar lelaki yang berumur 15 hingga 18 tahun yang pernah mewakili sekolah. Pemain yang terpilih mempunyai ciri latar belakang yang hampir sama iaitu berpengalaman dalam latihan sukan sekurang-kurang dua tahun dan menjalani latihan sebanyak 1 sesi sehari, lima hari seminggu, di mana mereka menjalani latihan dan fizikal dengan seorang jurulatih sahaja.

RUJUKAN

- American College of Sports Medicine (2018). ACSM's guidelines for exercise testing and prescription. 10th ed. Philadelphia (PA) : Wolters Kluwer.
- Alamo, L., Li, X.E., Espinoza-Fonseca, L.M., Pinto, A., Thomas, D.D., Lehman, W., and Padron, R. 858 (2015). Tarantula myosin free head regulatory light chain phosphorylation stiffens N-terminal 859 extension, releasing it and blocking its docking back. *Mol Biosyst* 11, 2180-2189.
- Batista, MAB, Roschel, H., Barroso, R., Ugrinowitsch, C., & Tricoli, V. (2011). Influence of strength training background on postactivation potentiation response. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 25(9), 2496-2052.
- Batista MAB, Ugrinowitsch C, Roschel H and Lotufo R. (2007). Intermittent Exercise as a Conditioning Activity to Induce Postactivation Potentiation. *J Strength Cond Res* 21(3): 837-40.
- Baudry, S, & Duchateau, J. (2007). Postactivation potentiation in a human muscle: effect on the rate of torque development of tetanic and voluntary isometric contractions. *Journal of applied physiology* (Bethesda, Md : 1985), 102(4), 1394–1401.
- Bauer, P, Sansone, P, Mitter, B, Makivic, B, Seitz, LB, and Tschan, H. (2018). Acute effects of back squats on countermovement jump performance across multiple sets of a contrast training protocol in resistance-trained males. *J Strength Cond Res*. Epub ahead of print.
- Beato, Marco; Bianchi, Mattia; Coratella, Giuseppe; Merlini, Michele; Drust, Barry. (2019). Effects of Plyometric and Directional Training on Speed and Jump Performance in Elite Youth Soccer Players. *Journal of Strength and Conditioning Research: February Volume 32 - Issue 2 - p 289-296*.
- Birch, EW, Robinson, TL, Oranchuk, DJ, and Nelson, MC. (2017). Neither supra-maximal rack squats nor moderately loaded jump-squats elicit postactivation potentiation in NCAA Division II volleyball and American football players. *J Aus Strength Cond Res* 25: 20–26.
- Baechle, T. R., Earle, R. W., and National Strength & Conditioning Association (US) (2008). *Essentials of Strength Training and Conditioning*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Bevan, H. R., Cunningham, D. J., Tooley, E. P., Owen, N. J., Cook, C. J., & Kilduff, L. P. (2010). Influence of postactivation potentiation on sprinting performance in professional rugby players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(3), 701-705.

- Blazevich, A. J., & Babault, N. (2019). Post-activation Potentiation Versus Post-activation Performance Enhancement in Humans: Historical Perspective, Underlying Mechanisms, and Current Issues. *Frontiers in Physiology*, 10.
- Bradley PS, Olsen PD, Portas MD. (2007). The effect of static, ballistic, and proprioceptive neuromuscular facilitation stretching on vertical jump performance. *J Strength Cond Res*. Feb; 21(1) : 223-6.
- Bubbico & Kravitz (2010). Eccentric exercise. *IDEA Fitness Journal*, 7(9),50-59.
- Carter, J., and Greenwood, M. (2014). Complex training reexamined : review and recommendations to improve strength and power. *Strength Cond. J*. 36, 11-19.
- Chena Sinovas, M, Perez-Lopez, A, Alvarez Valverde, I, Bores Cerezal, A, Ramos - Campo, DJ, Rubio-Arias, JA. (2015). Influence of body composition on vertical jumper performance according with the age and the playing position in football players. *Nutr Hosp* 32: 299–307.
- Chiu, L.Z., Fry, A.C., Weiss, L.W., Schilling, B.K., Brown, L.E., & Smith, S.L. (2003). Postactivation potentiation response in athletic and recreationally trained individuals, *Journal of Strength & Conditioning Research*, 17, 671-677.
- Chua, Y. P. (2009). Writing a series of best-selling research reference books. *Journal Of Scholarly Publishing*, 40(4), 408-419.
- Collins B. W., Gale L. H., Buckle N. C. M., Button D. C. (2017). Corticospinal excitability to the biceps brachii and its relationship to postactivation potentiation of the elbow flexors. *Physiol. Rep*. 5:e13265.
- Comyns, TM, Harrison, AJ, Hennessy, LK, and Jensen, RL.(2006). The optimal complex training rest interval for athletes from anaerobic sports. *J Strength Cond Res* 20: 471–476.
- Conrado de Freitas, M., Rossi, F. E., Colognesi, L. A., De Oliveira, J., Zanchi, N. E., Lira, F. S., Cholewa, J. M., & Gobbo, L. A. (2021). Postactivation Potentiation Improves Acute Resistance Exercise Performance and Muscular Force in Trained Men. *Journal of strength and conditioning research*, 35(5), 1357–1363.
- Crewther BT, Kilduff LP, Cook CJ, Middleton MK, Bunce PJ, and Yang GZ. (2011). The acute potentiating effects of back squats on athlete performance. *J Strength Cond Res* 25: 3319–3325.
- Cuenca-Fernández F, López-Contreras G, Arellano R.(2015). Effect on

swimming start performance of two types of activation protocols: lunge and YoYo squat. *J Strength Cond Res*: 29(3):647-55.

Dello Iacono A, padulo J, Seitz LD. (2018). Loaded hip thrust-based PAP protocols effects on acceleration and sprint performance of handball players. *J Sports Sci* 36: 1269 – 1276.

DeOliveira, A. M., Greco, C. C., Molina, R., & Denadai, B. S. (2012). The rate of force development obtained at early contraction phase is not influenced by active static stretching. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 2174-2179.

Dobbs CW, Gill ND, Smart DJ, McGuigan MR. (2015). Relationship between vertical and horizontal jump variables and muscular performance in athletes. *J Strength Cond Res*. Mar;29(3):661-71.

Dobbs WC, Toluoso DV, Fedewa MV, Esco MR. (2019). Effect of Postactivation Potentiation on Explosive Vertical Jump: A Systematic Review and Meta-Analysis. *J Strength Cond Res*. Jul;33(7):2009-2018.

Docherty, D., Robbins, D., & Hodgson, M. (2004). Complex Training Revisited: A Review of its Current Status as a Viable Training Approach. *Strength & Conditioning Journal*, 26(6), 52-57.

Duthie G.M., Young W.B., Aitken D.A. (2002) The acute effects of heavy loads on jump squat performance: an evaluation of the complex and contrast methods of power development. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 16, 530-538.

Ebben W.P., Watts P.B. (1998). A review of combined weight training and plyometric training modes: Complex training. *Strength and Conditioning* 20(5), 18-27.

Egan AD, Cramer JT, Massey LL, Marek SM (2006). Acute effects of static stretching on peak torque and mean power output in National Collegiate Athletic Association Division I women's basketball players. *J Strength Cond Res* 20:778–782.

Escamilla RF, Fleisig GS, Zheng N, Lander JE, Barrentine SW, Andrews JR, Bergeman BW, Moorman CT. (2001). Effects of technique variations on knee biomechanics during the squat and leg press. *Med Sci Sports Exerc* Sep; 33(9):1552-66.

Esformes J.I, Keenan M, Moody J, Bampouras TM. (2011). Effect of different types of conditioning contraction on upper body postactivation potentiation. *J Strength Cond Res* 25: 143-148.

Evetovich, T. K., Conley, D.S., & Mccawley, P.F. (2015). Postactivation

potentiation enhances upper-and lower-body athletic performance in collegiate males and female athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 29(2), 336-342.

- Figueiredo, VC, deSalles, BF, and Trajano,GS. (2018). Volume for muscle hypertrophy and health outcomes: The most effective variable in resistance training. *Sports Med* 48: 499–505.
- Fradkin, A. J., Zazryn, T. R., & Smoliga, J. M. (2010). Effects of warming-up on performance: a systematic review with meta-analysis. *Journal of strength and conditioning research*, 24(1), 140–148.
- French DN, Kraemer WJ, and Cooke CB. (2003). Changes in dynamic exercise performance following a sequence of preconditioning isometric muscle actions. *The Journal of Strength & Conditioning Research* 17: 678-685.
- Gago P, Zoellner A, Cézar Lima da Silva J, Ekblom MM (2020). Post Activation Potentiation and Concentric Contraction Performance: Effects on Rate of Torque Development, Neuromuscular Efficiency and Tensile Properties. *J Strength Cond Res*: 34(6):1600-1608.
- Garbisu-Hualde A, Santos-Concejero J. (2021). Post-Activation Potentiation in Strength Training: A Systematic Review of the Scientific Literature. *J Hum Kinet*. 2021 Mar 31;78:141-150. doi: 10.2478/hukin-2021-0034. PMID: 34025872; PMCID: PMC8120977.
- Gepfert M, Golas A, Zajac T, Krzysztofik M. (2020). The Use of Different Modes Post-Activation Potentiation (PAP) for Enhancing Speed of the Slide-Step in Basketball Players. *Int J Environ Res Public Health*. Jul 14;17(14):5057.
- Greenough DC.(2017). Post-activation potentiation influence on sprint acceleration performance. *J of Austr Strength & Cond*, 25: 67-72.
- Golas´ A, Maszczyk, A, Zajac, A, Mikolajec, K, and Stastny,P.(2016). Optimizing postactivation potentiation for explosive activities in competitive sports. *J Hum Kinet* 52: 95–106.
- Gołas´ A, Wilk M, S tastny P, Maszczyk A, Pajerska K, Zajac A.(2017). Optimizing half squat postactivation potential load in squat jump training for eliciting relative maximal power in ski jumpers. *J Strength Cond Res*;31:3010–7.
- Gossen, E., Sale, D. (2000). Effect of postactivation potentiation on dynamic knee extension performance. *Eur J Appl Physiol* 83, 534-530.
- Gullich, A., & Schmidtbleicher, D. (1996). MVC-induced short-term potentiation of explosive force. *New Studies in Athletics*, 11(4), 67-84.
- Hanson E.D., Leigh S., & Mynark R.G. (2007). Acute effects of heavy and

light load squat exercise on the kinetic measures of vertical jumping. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 21, 1012–1017.

- Iglesias-Soler, E., Paredes, X., Carballeira, E., Márquez, G., & Fernández-Del-Olmo, M. (2011). Effect of intensity and duration of conditioning protocol on post-activation potentiation and changes in H-reflex. *European Journal of Sport Science*, 11(1), 33-38.
- Jeffreys, I. (2007). Warm-up revisited: The ramp method of optimizing performance preparation. *Professional Strength and Conditioning*, 6, 12-18.
- Jensen, R. L., & Ebben, W. P. (2003). Kinetic analysis of complex training rest interval effect on vertical jump performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 345-349.
- Johnson, B.L & Nelson, J.K. (1986). *Practical measurement for evaluation in physical education*(4th .ed.).Minneapolis: Burgess Publishing.
- Kawaishi Y, Matsumoto N, Nishiwaki T,Hirano T.(2017). Postactivation depression of soleus H-reflex increase with recovery of lower extremities motor functions in patients with subacute stroke. *J Phys Ther Sci.Sep;29(9):1539-1542.*
- Kilduff, L. P., Owen, N., Bevan, H., Bennett, M.,Kingsley, M. I., & Cunningham, D. (2008). Influence of recovery time on post-activation potentiation in professional rugby players. *Journal of Sports Sciences*, 795-802.
- Kistler, B. M., Walsh, M. S., Horn, T. S., & Cox, R. H. (2010). The acute effects of post-activation potentiation on performance in professional rugby players. *Journal of Sports Sciences*, 795-802.
- Kobal, R., Pereira, L.A., Kitamura, K., Paulo, A.C., Ramos, H.A., Carmo, E.C., Roschel, H., Tricoli, V., Bishop, C and Loturco, I. (2019). Post-activation Potentiation: Is there an optimal training volume and intensity to induce improvements in vertical jump ability in highly-trained subjects. *Journal of Human Kinetics Research* 66:195-203.
- Koch, A. J., O'Bryant, H. S., Stone, M. E., Sanborn, K., Proulx, C., Hruby, J., Stone, M.H. (2003). Effect of warm-up on the standing broad jump in trained and untrained men and women. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 17(4), 710-714.
- Kraemer WJ, Ratamess NA.(2004). Fundamentals of resistance training: progression and exercise prescription. *Med Sci Sports Exercise* Apr ; 36(4):674-88.
- Laskowski ER. (2012). The role of exercise in the treatment of obesity. *PM R*. Nov;4 (11):840-4; quiz 844.

- Lim, J. J., & Kong, P. W. (2013). Effects of isometric and dynamic postactivation potentiation protocols on maximal sprint performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 27(10), 2730-2736.
- Low D, Harsley P, Shaw M, Peart D. (2015). The effect of heavy resistance exercise on repeated sprint performance in youth athletes. *J Sports Sci*:33(10):1028-34.
- Macintosh, Brian R.; Robillard, Marie-Eve; Tomaras, Elias K. (2012). Should postactivation potentiation be the goal of your warm-up?. *Applied Physiology, Nutrition and Metabolism*, 37(3), 546-550.
- Maloney SJ, Turner AN, Fletcher IM. (2014). Ballistic Exercise as a Pre-Activation Stimulus: A Review of the Literature and Practical Applications. *Sport Med*. 2014;44:1347–59.
- Matthews, Martyn; Matthews, Helen; Snook, Ben (2004). The Acute Effects of a Resistance Training Warmup on Sprint Performance. *Research in Sports Medicine*, 12(2), 151–159.
- Mann, D.P & Jones, M.T. (1999). Guidelines to the implementation of a dynamic stretching program. *Strength and Conditioning Journal*. 21 (6), 53-55.
- McBride, J. M., Nimphius, S., & Erickson, T. M. (2005). The acute effects of heavy-load squats and loaded countermovement jumps on sprint performance. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 19, 893-897.
- McCann MR, Flanagan SP.(2010). The effects of exercise selection and rest interval on postactivation potentiation of vertical jump performance. *J Strength Cond Res*.24:1285–1291.
- McCrary JM, Ackermann BJ, Halaki M. (2015). A systematic review of the effects of upper body warm-up on performance and injury. *British Journal of Sports Medicine*; 49 : 935-942.
- McGowan CJ, Pyne DB, Thompson KG, Rattray B. (2015). Warm-Up Strategies for Sport and Exercise: Mechanisms and Applications. *Sports Med*. Nov; 45 (11): 1523 - 46.
- Miarka B, Del Vecchio FB, Franchini E. (2011). Acute effects and postactivation potentiation in the Special Judo Fitness Test. *J Strength Cond Res*. 2011 Feb;25(2):427-31.
- Mike JN, Cole N, Herrera C, VanDusseldorp T, Kravitz L, Kerksick CM.(2017). The Effects of Eccentric Contraction Duration on Muscle Strength, Power Production, Vertical Jump, and Soreness. *J Strength Cond Res*. Mar;31(3):773-786.

- Moir, G. L., Dale, J. R., and Dietrich, W. W. (2009). The acute effects of heavy back squats on mechanical variables during a series of bilateral hops. *J. Strength Cond. Res.* 23, 1118–1124.
- Oliveira, J.J., Crisp, A.H., Barbosa, C.B.R., Silva, A.S., Baganha, R.J and Verlengia. R.(2018). Effect of Postactivation Potentiation on Short Sprint Performance: A Systematic Review and Meta-Analysis. *J Sports Med.*
- Park HK, Jung MK, Park E, Lee CY, Jee YS, Eun D, Cha JY, Yoo J. (2018). The effect of warm-ups with stretching on the isokinetic moments of collegiate men. *JExerc Rehabil.* Feb 26;14(1):78-82.
- Prieske, O., Behrens, M., Chaabene, H., Granacher, U., Maffiuletti, N. (2020). Time to differentiate postactivation potentiation from performance enhancement in the Strength and Conditioning Community. *Sports Med* 50, 1559-1565.
- Poulos N, Chaouachi A, Buchheit M, Slimani D, Haff GG, Newton RU, Germain PS. (2018). Complex training and countermovement jump performance across multiple sets: Effect of back squat intensity. *Kinesiology: 50: 75–89.*
- Robbins, D. W. (2005). Postactivation potentiation and its practical applicability. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 19(2), 453-458.
- Rodriguez-Ruiz, D., Palmas, L., Quiroga, M. E., Palmas, L., Miralles, J. A., Palmas, L., Sarmiento, S. (2011). Study of the Technical and Tactical Variables Determining Set Win or Loss in Top-Level European Men's Volleyball. *Journal of Quantitative Analysis in Sports*, 7(1).
- Ryder, J. W., Lau, K. S., Kamm, K. E., and Stull, J. T. (2007). Enhanced skeletal
 Palmas, L., Sarmiento, S. (2011). Study of the Technical and Tactical Variables Determining Set Win or Loss in Top-Level European Men's Volleyball. *Journal of Quantitative Analysis in Sports*, 7(1).
- Sanchez-Lopez, S., & Rodriguez-Perez, M. A. (2018). Effects of different protocols of Post-Activation Potentiation on Performance in the Vertical Jump in relation to the F-V Profile in Female Elite Handball Players. *E-BALONMANO COM*, 14(May), 16–17.
- Santos Wdnd, Vieira CA, Bottaro M, et al.(2019). Resistance training performed performed to failure or not to failure results in similar total volume, but with different fatigue and discomfort levels *J Strength Cond Res.* May 1;35(5):1372-1379.
- Scott D. J., Ditroilo M., Marshall P. A. (2017). Complex training: the effect of exercise selection and training status on postactivation potentiation in Rugby league players. *J. Strength Cond. Res.* 31, 2694–2703.
- Scott, S.L., And D. Docherty.(2004). Acute effects of heavy preloading on vertical and horizontal jump performance. *Journal of Strength and Conditioning*

Research. 18(2):201–205.

- Shellock, F. G., & Prentice, W. E. (1985). Warming-up and stretching for improved physical performance and prevention of sports-related injuries. *Sports medicine (Auckland, N.Z.)*, 2(4), 267–278.
- Seitz LB, de Villarreal ES and Haff GG. (2014). The temporal profile of postactivation potentiation is related to strength level. *J Strength Cond Res* 28: 706–715.
- Stevanovic VB, Jelic MB, Milanovic SD, Filipovic SR, Mikic MJ, Stojanovic MDM. (2019). Sport-Specific Warm-Up Attenuates Static Stretching-Induced Negative Effects on Vertical Jump But Not Neuromuscular Excitability in Basketball Players. *J Sports Sci Med*. Jun 1;18(2):282-289.
- Stone, M. H., Sands, W. A., Pierce, K. C., Ramsey, M. W., & Haff, G. G. (2008). Power and power potentiation among strength-power athletes: preliminary study. *International journal of sports physiology and performance*, 3(1), 55.
- Stuart D, Lingley M, Grange R, and Houston M. (1988). Miosin light chain phosphorylation and contractile performance of human skeletal muscle. *Canadian Journal of Physiology and Pharmacology* 66: 49-54.
- Sue, R., Adams, K. and Debeliso, M. (2016). Optimal timing for postactivation potentiation in women collegiate volleyball players. *Sports* 4, 27.
- Sugi, H., Chaen, S., Akimoto, T., Minoda, H., Miyakawa, T., Miyauchi, Y., Tanokura M., and 1250 Sugiura, S. (2015). Electron microscopic recording of myosin head power stroke in hydrated myosin 1251 filaments. *Sci Rep* 5, 15700.
- Swanson, J.R. (2006). A functional approach to warm-up and flexibility. *Strength and Conditioning Journal*. 28(5), 30-36.
- Tillin, NA and Bishop, D. (2009). Factors modulating post-activation potentiation and its effect on performance of subsequent explosive activities. *Sports Med* 39: 147–166.
- Timon R, Allemano S, Camacho-Cardenosa M, Camacho-Cardenosa A, Martinez-Guardado I, Olcina G. (2019). Post-Activation Potentiation on Squat Jump Following Two Different Protocols: Traditional Vs. Inertial Flywheel. *J Hum Kinet*. Oct 18;69:271-281.
- Tortora, G. J. (2012). *Introduction to the human body - the essentials of anatomy and physiology* (9th ed.). Champaign, NY: HarperCollins.
- Tsurubami R, Oba K, Samukawa M, Takizawa K, Chiba I, Yamanaka M, Tohyama H. (2020). Warm-Up Intensity and Time Course Effects on Jump Performance. *J Sports Sci Med*. Nov 19;19(4):714-720.

- Vandenboom, R. (2017). Modulation of Skeletal Muscle Contraction by Myosin Phosphorylation. *1273 Compr Physiol* 7, 171-212.
- Wang, L., Bahadir, A., and Kawai, M. (2015). High ionic strength depresses muscle contractility by decreasing both force per cross-bridge and the number of strongly attached cross-bridges. *J Muscle Res Cell Motil* 36, 227-241.
- Wallace BJ, Shapiro R, Wallace KL, Abel MG, Symons TB. (2019). Muscular and Neural Contributions to Postactivation Potentiation. *J Strength Cond Res*. Mar;33(3):615-625.
- Wilson JM, Duncan NM, Marin PJ, Brown LE, Loenneke JP, Wilson SM, Jo E, Lowery RP, and Ugrinowitsch C. (2013). Meta-analysis of post-activation potentiation and power: Effects of conditioning activity, volume, gender, rest periods, and training status. *J Strength Cond Res* 27: 854–859.
- Weber, K. R., Brown, L. E., Coburn, J. W., & Zinder, S. M. (2008). Acute effects of heavy-load squats on consecutive squat jump performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 726-730.
- Wyland TP, Van Dorin JD, Reyes GF. (2015). Postactivation Potentiation Effects From Accommodating Resistance Combined With Heavy Back Squats on Short Sprint Performance. *J Strength Cond Res*; 29(11):3115–23.
- Xenofontos A., Laparidis K., Kyranoudis A. (2010). Post-activation potentiation: factors affecting it and the effect on performance. *J. Phys. Educ. Sport* 28 32–38.
- Young W, McLean B, and Ardagna J. (1995). Relationship between strength qualities and sprinting performance. *J Sports Med Phys Fitness* 35: 13-19.
- Zhi, G., Ryder, J., Huang, J., Ding, P., Chen, Y., Zhao, Y., Stull, J. (2005). Myosin light chain kinase and myosin phosphorylation effect frequency-dependent potentiation of skeletal muscle contraction.